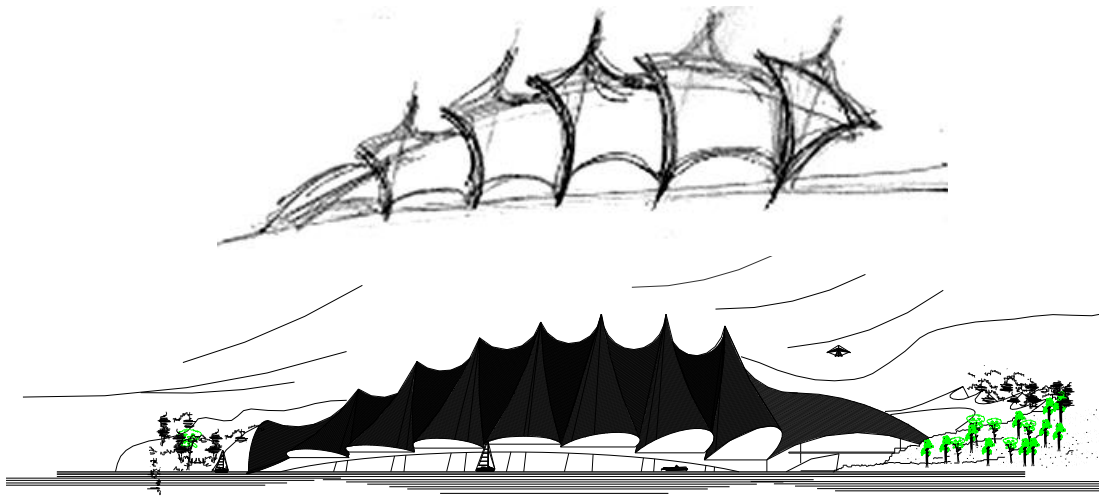


**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

FACULTAD DE ARQUITECTURA



**PROPUESTA PARA EL DESARROLLO  
DEL ZOOLOGICO DE LIMA EN SAN BARTOLO  
DESARROLLO DEL PABELLON CENTRAL**

Informe de Tesis

**GUSTAVO SUAREZ**

A710686

Arq° Mario Segami

Arq° Franco Vella. Asesor

Junio - 2003



# **EL ZOOLOGICO DE LIMA**

**Punta Hermosa**

Lima - Perú

**LA REALIDAD NO ES LO QUE PARECE.....  
ES LO QUE ES**



## **A DIOS POR EL DON QUE ME HA DADO**

**A mis padres por formarme  
como lo hicieron**

**A Daisy por las horas de entrega que  
me hicieron madurar como persona y  
profesional**

**A mi familia por ser siempre ellos  
mismos.**

**A todas las personas y amigos cuya  
amistad sincera me sirvió para ver las cosas  
claras y sin dudas.**

Agradezco sinceramente a:

- A **Mayté Baquerizo**, bióloga, por su invaluable tour inicial por los dos zoológicos limeños de Las Leyendas y CER Huachipa y por darme los alcances básicos de cómo funciona un zoo. Gracias Mayté, te pasaste.

- A la **Dra. Milagros Salazar**, bióloga, del CER Huachipa, por la bibliografía básica sobre zoológicos y por la simpatía de su asesoría dentro del CER Huachipa. Gracias Milagros, sin ti, Zoolex sería desconocida por mí.
- A **Aldo Sarmiento** por sus contactos dentro de Sedapal. Gracias Aldo.
- A **Vladimir Ayala** de Sedapal por sus amistades y gestiones dentro de SEDAPAL.
- Al Equipo de **Proyectos Especiales** de Sedapal por permitirme el acceso a la edición empastada e informática de su Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto del Zoológico de Lima elaborado por el consorcio Electrowatt.
- A **Bertha Villalobos** del Cer Huachipa por sus charlas sobre funcionamiento de acuarios.
- A **Juan Jose Crespo “JJ”** del Hotel Los Delfines por todo su invaluable apoyo dentro del acuario del hotel. Gracias JJ, prácticamente el acuario y el delfinario son tu sueño plasmado en papel, saludos a Yacu y Wayra.
- A Arq° Phd **Diana Avilés** por todos sus lineamientos acerca de planificación y organización de grandes extensiones de terreno. Gracias Diana por tus críticas y cafecitos negros.
- A **Mónica Cayo**, bióloga, por su crítica a mi proyecto de manera integral, así como a su esposo David Llerena Arq°. Gracias Mónica y David.
- A **Monika Fibi** de la página web ZOOLEX, por su guía acerca del tratamiento de Delfines en cautividad.
- Al Ing° **Moisés Pérez M.** Del Acuario de Veracruz por su valiosa opinión sobre mi diseño del acuario. Gracias Moisés, las fotos fueron espectaculares.
- Al Arq° **Adolfo Chávez** por sus críticas iniciales que me permitieron centrarme en mi proyecto.
- Al Arq° **Umberto Sifuentes** y a la Srta. **Silvia Rodriguez de Furukawa** por ayudarme en el diseño de la opción nacional del túnel del acuario. Gracias.
- A **Jorge Olarte**, ing°, por su asesoría en el diseño de mi aviario. Gracias Jorge, se hizo realidad lo que parecía un sueño.
- A **David Linares**, ing°, por su asesoría estructural en el diseño de mi aviario.
- A **Holguer Canales**, ing°, gracias Holguer por tus consejos y críticas. Gracias Holguer por confirmar mis modestas nociones estructurales
- A **Fausto Suárez**, ing°, por la asesoría estructural en el diseño del acuario. Gracias Fito
- A **Daniel Huamán Ch.** Por su asesoría en la organización temática y funcional de mi aviario.
- Al **London Zoo** por permitir las toma de fotos del aviario sin problemas.
- Al **Zoo del Bronx** por las charlas acerca de la organización de su aviario.
- A **Walter Suárez** por su guía personalizada dentro del London Aviary y por las fotos que él tomó.
- A **Víctor Lazo**, carpintero, por permitirme usar su taller como si fuera de mí. Gracias Víctor.
- A **Mijaíl Podestá** por su asesoría en el estudio del techo de mi aviario.
- A mi madre, **Inés Robles Vda. De Suárez** por su inagotable paciencia y entrega.
- Y por supuesto, a mi asesor (!), el Arq° **Franco Vella**, a quien debo el haber llegado a buen puerto con este proyecto por mis propios medios. Gracias Franco por tu excelente gerencia.
- Y a **Froilán Suárez LL.**, mi padre...

## INDICE

Presentación:” ¿Por qué un Zoológico?	XVIII
Introducción: Arquitectura, planificación y medio ambiente	XX

## PRIMERA PARTE

I	GENERALIDADES	2
1.1	Objetivos	3
	a. Objetivo General	
	b. Objetivos específicos	4
	c. Fortalezas y debilidades	
1.2	Antecedentes	5
	1.1.1 Del tema ambiental.	5
	1.1.2 Del proyecto Mesías	10
	1.1.3 Del terreno “Pampas de San Bartolo”	14
II	EL TERRENO	15
2.1.0	Características del sitio	16
2.1.1	Lurín-Pta.Hermosa-Pta.Negra: áreas de influencia	
	2.1.1.1 Ambito	
	2.1.1.2 Accesos	
2.1.2	Aspectos físicos.	17
	2.1.2.1 Topografía	
	2.1.2.2 Tipos de suelos	18
	2.1.2.3 Flora existente	20
	2.1.2.4 Fauna existente.	21
2.1.3	Aspectos climáticos.	21
	2.1.3.1 Evaluación del clima	
	2.1.3.2 Precipitaciones	22
	2.1.3.3 Humedad relativa	
	2.1.3.4 Asoleamiento	23
	2.1.3.5 Nubosidad	
	2.1.3.6 Evaporación	25
	2.1.3.7 Vientos	
2.1.4	Aspectos socio – económicos	25
	2.1.4.1 Población	
	2.1.4.2 Densidades poblacionales	27
	2.1.4.3 Población económicamente activa	28
	2.1.4.4 Actividades económicas y establecimientos	

2.1.5	Conclusiones y recomendaciones	30
2.1.6	Galería de fotos.	34
2.2.0	Estructura urbana	42
2.2.1	Aspecto físico	
2.2.2	Usos de suelo.	43
2.2.2.1	Uso agrícola	
2.2.2.2	Uso agropecuario	37
2.2.2.3	Uso urbano	
2.2.2.4	Otros usos	
2.2.2.5	Terrenos eriazos	
2.2.3	Desarrollo urbano de la zona.	44
2.2.3.1	Planes Desarrollo Metropolitano Lima-Callao	45
2.2.3.2	Otros estudios relacionados	47
2.2.4	En relación con el sistema recreacional	48
2.2.4.1	Niveles y jerarquías	
2.2.5	Vialidad externa e interna del parque	49
2.2.5.1	Vialidad interna	
2.2.5.2	Vialidad externa	
2.2.5.3	Intercambios viales	52
2.3.0	Fundamentación jerárquica del parque	54
2.3.1	Funciones de los parques	
2.3.2	Factores de localización.	55
2.3.3	Estructura del sistema de recreación	55
2.3.4	Parques del sistema Metropolitano de Recreación relacionados con el Zoológico.	56
III	ZOOLOGICOS	60
3.1.0	Marco teórico	61
3.1.1	Filosofía de un Zoológico	
3.1.2	Propósitos	
3.1.3	Valor de un Zoo para la comunidad	66
3.1.4	Exigencias para la tenencia de animales cautivos	67
3.1.5	Esquemas de organización.	68
3.1.5.1	Disposición sistemática	
3.1.5.2	Disposición geográfica	69
3.1.5.3	Disposición por hábitats similares	70
3.1.5.4	Disposición popular.	71
3.1.5.5	Disposición por costumbres	72
3.1.5.6	Condicionantes de ambientación para hábitats.	73
3.1.5.7	Tipos de enfoque para exhibición en hábitats	77

3.2.0	La necesidad de un Plan Maestro	80
3.2.1	Definiciones	
3.2.2	Características	
3.2.3	Cómo definir un Plan Maestro	81
3.2.3.1	Manejo y coordinación de guías	82
3.2.3.2	Programadores de educación e investigación.	83
3.2.3.3	Marketing y RRPP.	84
3.2.3.4	Especialistas en museos y manejo de especies.	84
3.2.3.5	Planificadores de inversión.	85
3.2.4	Variables de diseño de un Plan Maestro	86
3.2.4.1	El clima	
3.2.4.2	Transporte público.	87
3.2.4.3	Transporte de animales	88
3.2.4.4	Actividades estructurantes.	88
3.3.0	Análisis tipológico	90
3.3.1	Definición	
3.3.2	Descripción del método	
3.3.3	Relación de Zoológicos.	91
3.3.3.a	The Birmingham Ecoplex	92
3.3.3.b	The New Hope Zoo.	100
3.3.3.c	Bioparco Zoo.	105
3.3.3.d	Atlanta Zoo.	110
3.3.4	Conclusiones del análisis.	115
3.3.5	Fortalezas y debilidades.	121

## SEGUNDA PARTE

IV	EL ZOO DE LIMA.	124
4.1.0	Generalidades.	125
4.1.1	Definición general	
4.1.2	Criterio de trabajo.	125
4.1.2.a	Macro – escala	
4.1.2.b	Micro - escala	
4.1.3	El terreno.	126
4.1.3.1	Ubicación	
4.1.3.2	Accesibilidad	
4.1.4	Dotación de servicios.	127
4.1.4.1	Fuentes de abastecimiento de agua	
4.1.4.2	Sistema de alimentación eléctrica.	
4.1.5	Descripción del sistema escogido.	129
4.1.5.1	Máxima demanda.	
4.1.5.2	Alimentación y punto de suministro.	
4.1.5.3	Sub estación de llegada.	
4.2.0	Proceso de diseño.	131
4.2.1	Visión objetivo.	131
4.2.2	Objetivo específico N°1: Plan Maestro.	132
4.2.3	Objetivo específico N°2: El Pabellón Central.	134
4.2.4	Objetivo específico N°3: Tres capas, un solo fin	136
	a.- Plan de aprovechamiento de aguas.	137
	b.- Plan de sectorización	138
	c.- Plan de recorridos	139
4.3.0	Diseño final	141
4.3.1	Plano topográfico	141
4.3.2	Plano de zonas	142
4.3.3	Plano de lagunas	143
4.3.4	Plano de vías	144
V	EL PABELLON CENTRAL.	145
5.1.0	Generalidades	146
5.1.1	Definición	
5.1.2	Estudio de demanda	
5.1.3	Programa	170
5.2.0	Proceso de diseño	171
5.2.1	Descripción del método	
5.2.2	Evolución formal del diseño: “La inversión de los papeles”	175
5.2.3	Configuración del Pabellón Central	178
5.2.3.1	El emplazamiento.	178
5.2.3.2	Descripción espacia.	178
5.2.3.3	Elementos arquitectónicos.	179
	a.- Zona de Investigación	
	b.- Zona de entretenimiento	

	c.- Zona de conexión	
	d.- Zona de entrada	
	e.- Zona de exhibición especializada	
5.3.0	Diseño final	184
5.4.0	Un organismo viviente	185
V.-	EL DELFINARIO.	187
5.3	Generalidades	188
6.1.1	Los delfines.	188
6.1.1.1	Distribución.	
6.1.1.2	Hábitat.	
6.1.1.3	Migraciones	
6.1.1.4	Población	
6.1.1.5	Características físicas	
6.1.1.6	Reproducción	
6.1.1.7	Dieta	
6.1.1.8	Adaptación al medio acuático	
6.1.2	Estándares mínimos para delfinarios EAAM	199
6.1.2.1	Dimensiones mínimas de albercas	
6.1.2.2	Construcción de instalaciones	
6.1.2.3	El ruido	
6.1.2.4	El medio acuático	
6.1.2.5	Alimentación en cautiverio	
6.1.2.6	Salud	
6.1.2.7	Higiene del medio	
6.1.2.8	Etica general	
6.1.2.9	Educación	
6.1.2.10	Desarrollo e investigación de la especie	
6.1.3	Esquema de funcionamiento de un acuario	207
6.2.0	Proceso de diseño	209
6.2.1	Concepto.	209
6.2.2	Objetivo.	210
6.2.3	Programa	211
6.3.0	Planos	215
VII	EL ACUARIO.	219
7.1.0	Generalidades	220
7.1.1	Definición: Un acuario	
7.1.2	La experiencia europea	
7.2.0	Los materiales	223
7.2.1	Los tanques de concreto	
7.2.2	Vitrinas de exhibición	228
7.2.2.1	Los acrílicos	
7.2.2.2	Acrílicos vs. vidrios.	
7.2.2.3	Consideraciones para el diseño de exhibiciones	
7.2.2.4	Formas disponibles	
7.2.2.5	Tipos de uniones entre paneles.	
7.2.2.6	Color en la exhibición.	

	7.2.2.7	Montaje de paneles y sistema de sellado	
	7.2.3	Proceso de montaje de acrílicos	
	7.2.4	Secuencia fotográfica	237
7.3.0		Análisis tipológico	240
	7.3.1	El Oceanium de Rotterdam	
	7.3.2	El acuario de Carolina del Norte	246
7.4.0		El Acuario de Lima	248
	7.4.1	Generalidades.	248
	7.4.1.1	Concepto	
	7.4.1.2	Objetivos	
	7.4.1.3	Especies a considerar	
	7.4.1.4	Paquetes funcionales	
	7.4.1.5	Dimensiones de ambientes	250
	7.4.1.6	Capacidad operativa	
	7.4.1.7	Programa	
	7.4.2	Proceso de diseño	253
	7.4.2.1	El tanque hábitat	
	7.4.2.2	Zona de exhibición húmeda	
	7.4.2.3	Zona de exhibición seca	
	7.4.2.4	Zona de investigación	255
	7.4.3	Planos	256
VIII EL AVIARIO.			260
8.1.0		Generalidades	261
	8.1.1	Definiciones	
	8.1.2	Características de las aves	
8.2.0		Análisis tipológico	262
	8.2.1	El Aviario de Wetland	
	8.2.2	El Aviario de Londres	268
	8.2.3	El Aviario del Bronx.	273
8.3.0		El Aviario de Lima	276
	8.3.1	Proceso de diseño.	276
	8.3.2	Concepto de diseño.	276
	8.3.2.1	Concepto.	
	8.3.2.2	Objetivos	
	8.3.2.3	Paquetes funcionales	277
	8.3.3	Planos	284



## **TERCERA PARTE**

### **IX ANEXOS**

**ANEXO A : Perspectivas del proyecto**

**ANEXO B : Documentos**

Anexo 1	Glosario de términos
Anexo 2	Misión de los Zoológicos
Anexo 3	Manatí de las Antillas
Anexo 4	Datos generales según zonas y especies
Anexo 5	Características de áreas naturales
Anexo 6	Requerimientos de espacios unitarios
Anexo 7	Informe de juntas de acrílicos.
Anexo 8	Diseño de cobertura del aviario

**Bibliografía**

## ¿POR QUÉ UN ZOOLOGICO?

Los temas de paisajismo, el urbanismo y por ende la arquitectura son, personalmente, un caso de particular interés.

El hecho que una obra encierre estas variables con tanta claridad resulta innegable en la figura de un zoológico.

Pienso que de por sí, la arquitectura no puede desligarse del entorno que la engasta, no puede ignorar que las variables de diseño emanan justamente del medio que las ve nacer. Si bien, modifica el medio por sometimiento o por propia presencia, lo cierto que una arquitectura es correcta cuando solo es válida en un solo sitio: el que la aloja. Otra cosa sería la repetición constante de parámetros de diseño importados que chocan con realidades distintas; el sueño de la igualdad entre todos en este mundo no ha podido ser resuelto por la arquitectura.

A partir de la presencia espacial del objeto se produce un encuentro entre el paisaje, la arquitectura y la persona. En este intermedio es donde se producen las primeras y últimas reacciones de rechazo o goce del espacio, sea este público o privado.

Análogamente, el pensar en arquitectura para animales no sólo hubiera sido pensar en una granja, donde los fines son obvios y netamente productivos. La intersección de variables de diseño produce gran tensión entre las especies vivas de la tierra, otorgando calidad arquitectónica a las variables de diseño que el hombre uso al proveer condiciones de vida a otros seres vivos.

De la relación espacial entre hombres, animales, paisaje y arquitectura se produce la idea de conservar y preservar lo mejor posible este planeta que nos aloja, más aun, educar a la población por medio de realidades no muy lejanas, las animales, aquellas especies que menos han dañado el planeta si lo comparamos con el hombre.

El manejo adecuado de estas disciplinas encierra las claves para una correcta interpretación del fenómeno social hoy en día que nos falta espacio para compartir, donde el desequilibrio de densidades poblacionales termina por ahogar las especies animales y florales para finalmente ahogar a nuestras mismas sociedades transformadas en poco menos que herramientas para fines de industria y consumo.

Si diseñar un museo o una clínica involucran nobles ideales, ¿cuánto más lo son el involucrar a todas las especies vivas de este planeta?,

Por todo ello, creo que el tema de un Zoológico encarna fielmente el ideal humano de la preservación de la especie, los prepara y amolda por medio del diseño de espacios correctos y estimulantes para la vida y la sana recreación.

## ARQUITECTURA, PLANIFICACION Y MEDIO AMBIENTE

Lima experimenta un proceso de urbanización acelerada y aparentemente desorientada. Sin clara relación entre políticas de desarrollo y cambios de gobierno.

El que una metrópoli pierda áreas verdes sin desarrollar el equilibrio que supla los efectos de la transformación constante de una ciudad, demuestra que el proceso de madurez de sus habitantes está aún en formación. Una incipiente definición del respeto y la ignorancia del valor formativo de las áreas verdes y la naturaleza como contrapunto de nuestras ambiciones humanas, devienen en situaciones que a diario vivimos en nuestra ciudad. Situaciones que por cierto, ya fueron experimentadas y superadas en otras sociedades.

No pocos reportajes muestran el crecimiento acelerado de nuestra ciudad y el proceso histórico de su respuesta a contextos temporales del pensamiento y del desarrollo. Asimismo, consta la serie de medidas que a su turno intentaron controlar el fenómeno. Eran estas, la materialización de años de formación académica para planificadores, arquitectos e ingenieros – en general – en el marco de las posibilidades económicas que en su momento financiaron esquemas de solución.

Obviamente la escala del problema toca primero a la planificación y enseguida a la inversión en infraestructura, tema intrínseco que, superficialmente asumido, se vuelve contra sus objetivos, la planificación, el diseño y la creación de espacios que promuevan un sano desenvolvimiento de la sociedad.

Cuando las intervenciones se suceden sin equilibrio de los aspectos, el resultado se aprecia en una lectura a largo plazo de la ciudad. Y el equilibrio de los aspectos resulta de una adecuada interpretación del problema, los alcances del tratamiento del mismo – que devienen del número de variables que se incorporan al problema – y la prioridad que se le otorga a una de ellas. Y el tema del medio ambiente, entendido como parte del ecosistema del cual nos alimentamos, es algo que hace poco se toca con notoriedad gracias a grupos como la WWW o Greenpeace.

La arquitectura no debiera minimizar este aspecto. No debería seguir alentando la conformación de espacios de manera pragmática y exclusiva. El excluir variables comprometidas en el desarrollo sostenido de una sociedad se siente a largo plazo. La inmediatez de soluciones que fijan parámetros de desarrollo brinda soluciones rápidas, es cierto, pero tramposas en su gestación.

Los ataques al ornato parten de definiciones erradas y gestadas en la crisis que vivimos. Entender que medio ambiente es parte de nuestro equilibrio es un factor descuidado en nuestra formación ciudadana. Entender que la arquitectura no es solamente tarea de los arquitectos sino compromete a todos, es otra definición cuyo costo debería asumirse ya. Y por último, entender que la planificación nace de nuestros problemas y se relacionan jerárquicamente con variables de sociedad, desarrollo, educación, natalidad, población, densidad etc.

La destrucción de nuestro medio ambiente está relacionado con el problema de la densidad poblacional en Lima. Causa deterioro de los niveles de vida, destrucción de ecosistema, degradación del hombre y sus costumbres. Si estamos en condiciones de proponer soluciones, hagámoslas.

Planificando, anticipándonos a los problemas. Brindando pautas de desarrollo sostenido. Pautas que frenen los ímpetus de una sociedad que busca el bienestar a costa de la vida inclusive.

La arquitectura no es la piedra filosofal de la sociedad. Como ninguna disciplina lo es por sí sola. Pero es la arquitectura la que involucra con mayor gravedad, muchas variables que producimos y las sintetiza en la obra. Resulta en un ordenador eficaz entre pasado y futuro, desplegando sus alcances al plazo que sus planificadores le otorgan. Alcances que muchas veces desbordan las iniciativas y generan nuevas variables de comportamiento en el crecimiento de una ciudad y la sociedad.

## PRIMERA PARTE

### CAPITULO I

#### *Generalidades*

## I.- GENERALIDADES

La definición de Medio ambiente alude a la interrelación de la sociedad humana con el entorno para conservar el capital natural e involucra toda la gama de actividades desarrolladas por el hombre así como la reacción de la naturaleza frente sus hechos.

No se excluye la importancia del capital natural, como le llamó el Dr. Antonio Brack Egg, como soporte de la vida sobre el planeta y de las actividades productivas humanas, a fin de poder satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras.

El medio ambiente incluye los recursos naturales como el suelo, el agua, los animales, el hombre y toda la diversidad biológica esparcida en los paisajes de la tierra.

### 1.1 OBJETIVOS

Los objetivos se enmarcan por parámetros académicos con proyección a la realidad de Lima y su desarrollo urbano.

Contemplan asimismo, propiciar la base teórica adecuada para una correcta elaboración del tema de Tesis.

Los presentamos como generales y específicos.

#### a.- Objetivo general

- Presentar la evolución histórica de la ciudad de Lima en relación al porcentaje de áreas verdes perdidas desde que empezó su proceso de explosión demográfica resaltando la gravedad que representa la paulatina desaparición de las mismas para el logro de una ciudad saludable expresada no solo en sus hechos urbanos sino en el nivel de higiene de sus habitantes.

- Objetivos específicos

- Resaltar la necesidad de nuevos espacios verdes que alivien a Lima de la polución.
- Destacar la importancia del plan de Sedapal para la implementación de nuevas plantas de tratamientos de agua acorde a la escala de Lima.
- Posibilitar el estudio de la zona de las Pampas de San Bartolo como pauta urbana para el futuro desarrollo de Lima sur.
- Propiciar la elaboración a nivel de propuesta para un Proyecto Piloto del futuro Zoológico de Lima.
- Aprovechar de manera racional el volumen de aguas tratadas por la planta de San Bartolo y su proyecto Mesías para las aguas servidas de Lima.
- Desarrollo del Pabellón Central.

c.- Fortalezas y debilidades

El presente estudio reconoce la amplitud y complejidad del tema para lo cual se procuró la asesoría de especialistas en el tema. La relación se consigna en los anexos correspondientes.

## 1.2 ANTECEDENTES

### 1.2.1 DEL TEMA AMBIENTAL

La actualidad que cobra el tema no es reciente. La importancia que denotan las variables que lo componen tampoco. Ya desde el gobierno del Arq° Fernando Belaúnde, Caretas dedica reportajes al avance incontenible de la ciudad que devora las pocas áreas verdes que le quedan a Lima.

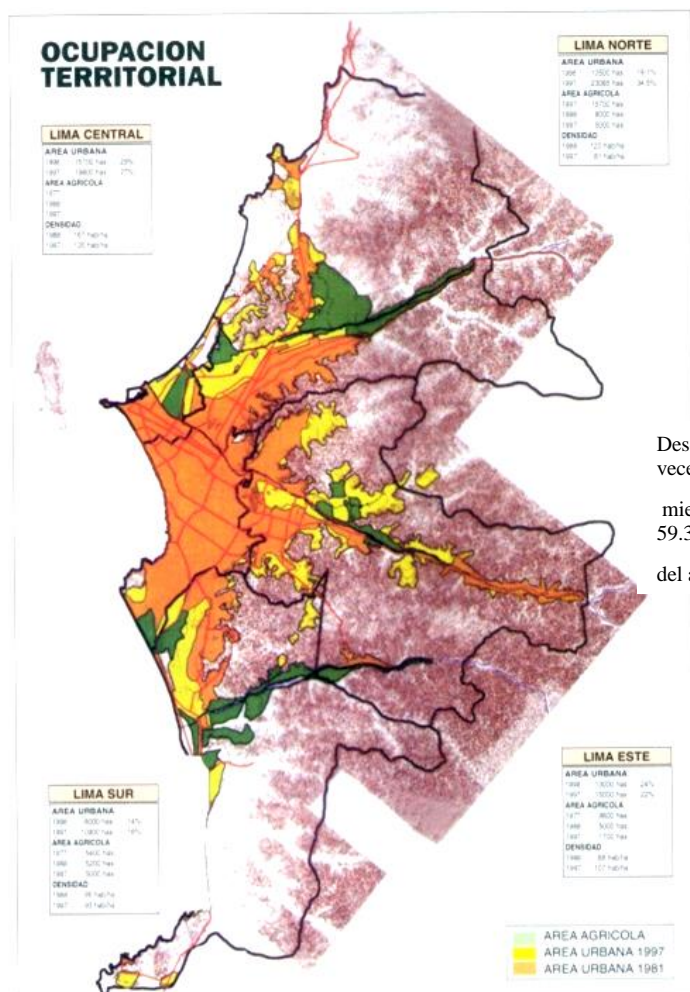
Los referentes más cercanos temporalmente los ubicamos hacia el año 1998.

“DOS PARTITURAS PARA UNA VIEJA DAMA”. Caretas N° (3.09.98)

En plena contienda electoral, los candidatos Andrade y Hurtado Miller presentan sus planes y ofertas entre los que destacan los concernientes al tema del Desarrollo Urbano. Andrade ofrece la recuperación y conservación del cinturón ecológico de Lima, promoviendo la inversión en proyectos estratégicos.

En materia de defensa del medio ambiente. Andrade propone la descontaminación de la ciudad(playa, aguas, suelo y aire) y evitar la urbanización de la poca área verde que le queda a los valles del Rímac, Chillón y Lurín.

La siguiente ilustración resume el hecho que desde 1940 la superficie de Lima Metropolitana ha crecido 11.8 veces, mientras que el parque de viviendas aumentó 11.2 veces al tiempo que se perdía el 59.3% del área de cultivo. Caretas sep.3.98 pg.34.



Desde 1940 la superficie urbana de Lima Metropolitana ha crecido 11.8 veces,

mientras que el parque de viviendas aumentó 11.2 veces. Entre tanto 59.3%

del área de cultivo se perdió.



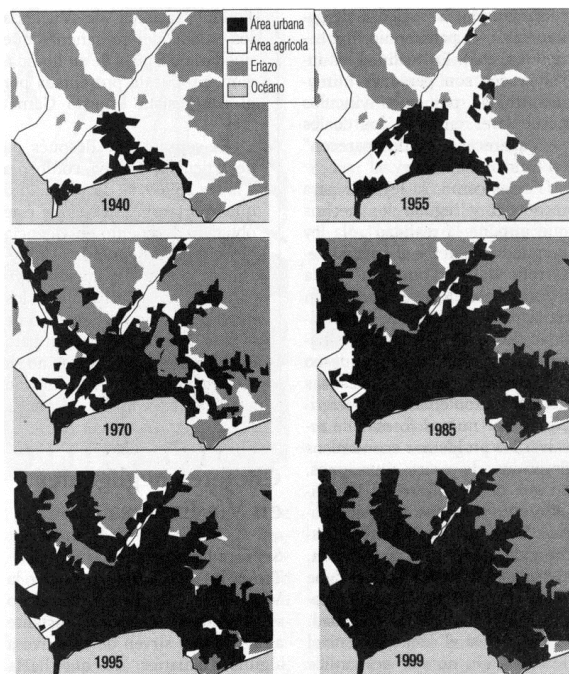
“SE PERDIERON 22mil Has. DE CULTIVO EN ULTIMOS 30 AÑOS”.(El Comercio 24.6.99)

Destaca el hecho que luego de La Ley de Reforma Agraria(1968) empezó la gran reducción del área agrícola pues ante los bajos pagos por indemnización los propietarios prefirieron vender sus tierras a las urbanizadoras. Si a este hecho se suma la promoción desmedida por alcaldes de turno para las urbanizaciones se logra un impacto irreversible contra el medio ambiente de Lima.

La revelación la hace el Ing° agrónomo Luis Massón Meiss quien desde hace más de 20 años estudia la cuenca del Rímac.

Como se ve, la causa principal se atribuye al crecimiento desorganizado y sin criterio urbanístico y arquitectónico de la ciudad.

El siguiente cuadro muestra la evolución de tal depredación. “El Comercio” 24.6.99



La expansión de la ciudad de Lima en forma desorganizada en las últimas décadas ha causado la casi total desaparición de las tierras de cultivo en la cuenca del río Rímac.

*La desaparición de una vital despensa alimentaria así como de áreas verdes que equilibraban el medio*

#### MOTIVOS DE LA DESAPARICION

- En 1940 Lima tenía 500mil Hab. Hoy tiene casi 8 millones. Creció 16 veces más.
- La urbe creció en terrenos agrícolas y no en terrenos eriazos.
- Permanente cambio de zonificación en desmedro de las áreas verdes.
- Incumplimiento de las normas legales sobre intangibilidad de áreas de cultivo.
- Escaso valor del producto agrícola vs. el costo del producto vivienda.
- Depredación de terrenos por causa de chancherías y negocios clandestinos.
- Invasiones promovidas por autoridades ediles.

“LA NECESIDAD DE UN SISTEMA DE INVERSIONES URBANAS”(1/2 Construcción #153 .Sep.99. Pg.52)

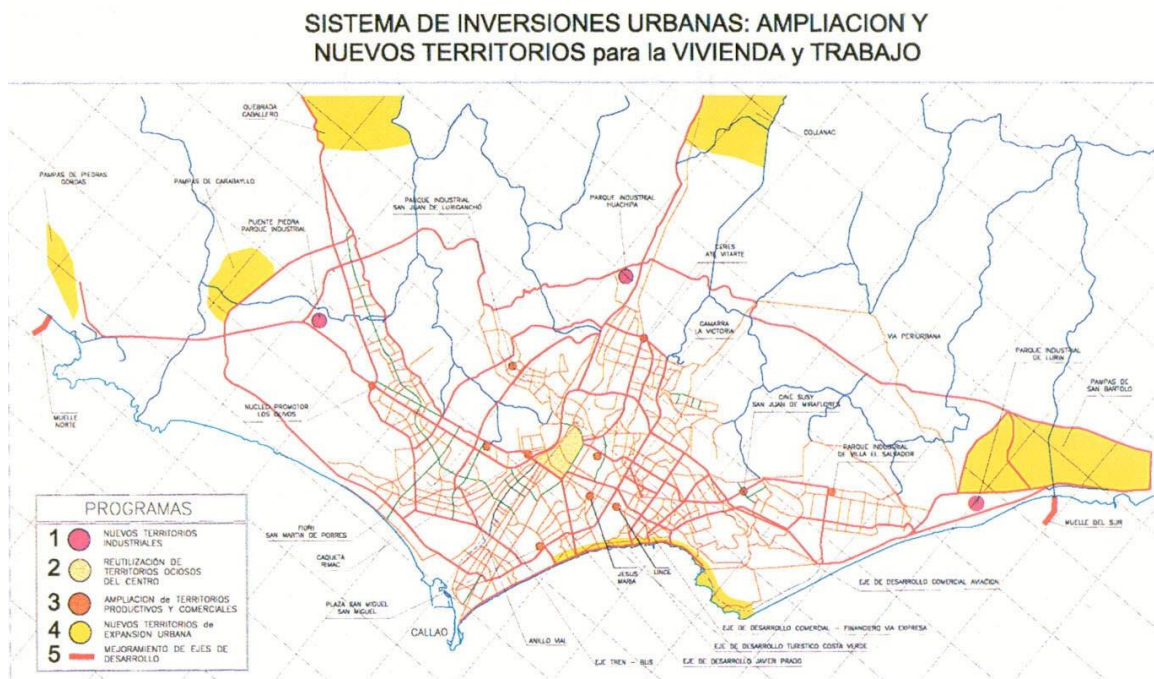
Para garantizar el crecimiento sostenido de la ciudad es necesario establecer mecanismos como el del Sistema de Inversiones Urbanas(SIU) que seleccionen territorios clave para dinamizar la economía de la ciudad.

Estos territorios clave dependen del tamaño y características de la ciudad.

Consigna entre ellos a los territorios eriazos para la expansión urbana como los de San Bartolo.

El siguiente mapa muestra la ubicación del terreno en cuestión y la relación que se establece con la trama urbana de Lima.

Si comparamos este mapa con el de la evolución de Lima veremos la tendencia al crecimiento hacia el sur – más que al norte – de la ciudad. Urge fijar pautas de equilibrio ecológico de considerable envergadura que direccionen su vocación ecológica.



“MEDIO AMBIENTE” (Debate #108. Dic.99 – En.2000)

Foto tomada de la revista ½ de Construcción N° 153. Sep.1999. Página 52

Una síntesis de fin de siglo presenta el estado en que estamos en temas como el del medio ambiente. Cómo estamos los peruanos en relación con la naturaleza, tanto en el ambiente natural como en el creado por la sociedad moderna.

Se reconoce el hecho que la Constitución reconoce el derecho a un ambiente saludable y la incorporación de la definición de Desarrollo Sostenible. Pero la visión sigue sectorizada en áreas separadas. No hay unidad de objetivos ni visión de conjunto. En síntesis, la cuestión ambiental no es una variable de peso en la estrategia económica.

Es importante resaltar la evidente preocupación por el creciente empobrecimiento del medio ambiente, especialmente aquellos directamente relacionados con la naturaleza.

“DESAPARECEN 21mil HAS.DE LOMAS EN LIMA” (El Comercio 23.2.2000.E20)

Se alerta sobre la desaparición de tan importantes reductos naturales. Estos se producen de la interacción de las neblinas costeras de Lima con las lomas. El crecimiento urbano, desordenado e insostenible, es la causa principal de la desaparición de importantes reductos de biodiversidad y oxígeno para la ciudad.

Una vez más, se advierten los niveles a los que ha llegado el avance de la ciudad poniendo en peligro las pocas áreas verdes de Lima.

El encargado de hacerlo esta vez es el Ing° Andrés Alencastre, coordinador de Eco-ciudad, quien está abocado al estudio de los problemas que afectan a las reservas naturales y a la conservación de la biodiversidad.

Precisa que de 39500 has. en 1960 se han perdido a la actualidad un total de 20880 has. quedando solo unas 18620 has. para 1998.

La razón es que se viene realizando una serie de programas de ampliación de vivienda que pretenden incluir las lomas. Estas no deberían tocarse por constituir refugio de biodiversidad y zonas únicas de recarga de las capas acuíferas de la costa.

Lima no es una ciudad con alto índice de densidad. Está mal aprovechada y mal organizada en sus servicios.

Los casos más lamentables se dan al sur en la zona de La Tablada de Lurín donde de 5200 has. en 1960 sólo quedan hoy 850has.

El siguiente cuadro muestra el estado actual de las lomas en la ciudad.

## En extinción

La reducción de extensas zonas de lomas en la capital, por causa del crecimiento urbano, no sólo afectará el medio ambiente, sino también la captación de agua, por parte de las especies vegetales que crecen en dichas reservas.

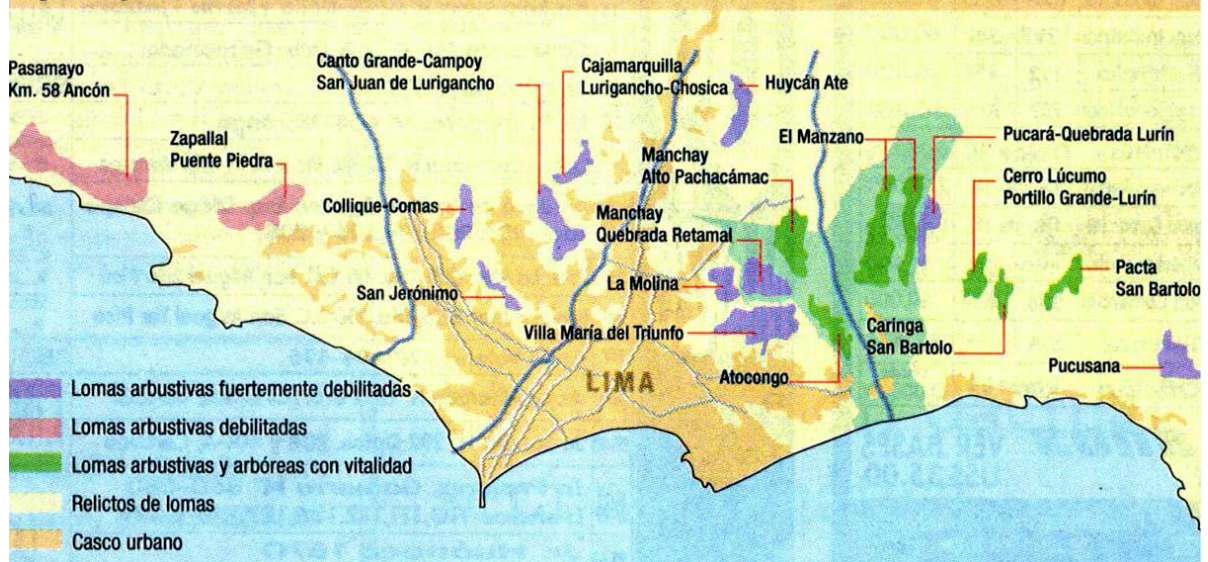


Foto tomada de El Comercio. Fecha 23. 02.2000. E20

Asimismo se da a conocer el hecho que el Estado Peruano firmó y ratificó el Convenio Sobre la Diversidad Biológica. Fruto de lo cual en 1997 se promulgó la ley N°26839 Para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica. De igual manera se creó, por decreto supremo 037-89 PCM el Cinturón Ecológico de Lima Metropolitana que considera las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, los parques metropolitanos y zonales y el frente marino como áreas de interés metropolitano de conservación.

### 1.2.2 DEL PROYECTO MESIAS.

“LOS PROBLEMAS URBANOS DE LIMA” (1/2 Construcción.Sep-Oct.2000#161.Pg38)

La problemática urbana del desarrollo desordenado y mal planificado de Lima devienen en la formación de barriadas en áreas periféricas de Lima, las mismas que generan sobre - demanda de servicios. Estos se ven deficientes en el transporte, abastecimiento de agua potable, contaminación de las playas y el bajo porcentaje de áreas verdes y parques.

Las causas destacan una de ellas, el modelo de planificación urbana adoptado que devino en inadecuado. Se asumió un crecimiento básicamente expansivo con la prolongación lineal de ejes de circulación y la extensión de redes de servicio que no soportan tal crecimiento fuera de un radio de acción limitado y ahora estrangulado.

Se pudo establecer un patrón de crecimiento en base a “sub-ciudades” que, no desligadas de la trama urbana de Lima, se establezcan de manera autónoma en cuanto a prestación de servicios y administración.

“LAS CATARATAS DE LIMA”. (Caretas.25.1.2001.Pg50)

Análisis de los altos índices de contaminación existentes en Lima producto de verter directamente al mar 1'487,258m<sup>3</sup> de aguas residuales al día.

Los colectores son parte del sistema de alcantarillado de la capital, cuyas tuberías datan desde hace 140 años, cuando Lima tenía dos millones de habitantes y la cantidad vertida al mar no suponía mayor riesgo. Pero hoy, las dimensiones son astronómicas y urge re-ordenar el sistema de desagüe para el tratamiento de aguas servidas preventivo antes de ser descargadas al mar.



De los 8 colectores existentes, el más importante es el de La Chira; un túnel de 3.5km.de largo 1.80 mt de diámetro que atraviesa el Morro Solar y asoma por los acantilados de

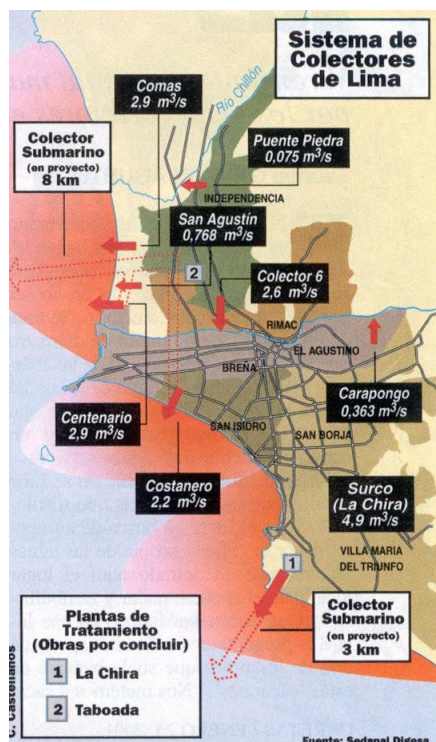


Gráfico que muestra el sistema de colectores para la gran Lima. El concepto de colector de desagües rebasó el tiempo de aplicación y terminó contaminando abruptamente el mar peruano.

*Las flechas señalan los tres más importantes: el de La Chira al sur, el de ventanilla al norte y el de Agua Dulce en los acantilados de Chorrillos.*

*De todos, el más peligroso y contaminante pero a su vez más útil a Lima es el de La Chira pues reúne las aguas servidas del 70% de Lima*

*Foto tomada de la revista Caretas N° 13 del 25.01.2001. Página 50*

Chorrillos arrojando 4.9 m³/s de agua servida al mar. Es el más moderno. Funciona desde 1963.

LA LLEGADA DEL MESIAS( del mismo artículo anterior)

En 1994 Sedapal comenzó el programa de Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de la Zona Sur de Lima (MESIAS) con ayuda del gobierno japonés.

El objetivo de la primera etapa era desviar las aguas del colector de La Chira hacia la planta de depuración en la zona conocida como Pampas de San Bartolo para luego ser utilizadas en el regadío o vertirse a los mares sin problema alguno por un túnel submarino de 2.4mt de diámetro y a 60 mt. de profundidad.

Para la fecha, el proyecto se encuentra paralizado. Los terrenos estaban invadidos por las 400 familias del AAHH Pacífico de Villa.



#### “A LO HECHO PECHO” (Caretas. 8.2.2001.Pg.42)

La llegada del proyecto MESIAS constituye la alternativa ideal para reducir los altos índices de contaminación que Lima le otorga a su mar.

El costo del proyecto asciende a 135 millones de dólares. El gobierno de Japón a través del Japan Bank International Cooperation aporta con 105 millones de dólares y el Perú hace lo propio con 30 millones de dólares.

Se trata de un proyecto que debió concluirse en setiembre del año pasado y que según los más optimistas estaría listo para mediados del 2001.

#### “MACHETEANDO PACHACAMAC” (Caretas.15.3.2001.Pg42)

Artículo que alerta sobre la insólita ordenanza municipal que propicia la construcción de un nuevo trazo vial que corta el valle de Lurín en dos.

Se trata de la prolongación de la Av. Pachacútec, troncal que une los populosos distritos de Villa El Salvador, San Juan De Miraflores y anexos, además de otra vía que surcará las riberas del río Lurín.

El Instituto Metropolitano de Planificación IMP, alega a favor de las circunstancias y la consolidación del casco urbano de Lima. Sin embargo el alcalde de Lurín protesta por lo que el llama la ambición de los intereses económicos que se superponen a lo acordado con el propio presidente del IMP Arq° Jorge Ruiz de Somosurcio de “no perturbar el desarrollo agropecuario y turístico del valle mediante vías que pudieran generar intensidades de uso y alterar su conformación”.

La propuesta del Arq°Ortiz de Zevallos sugiere convertir al Río Lurín en un eje articulador del valle. Si bien se trata de preservar el patrimonio natural de Lurín, la intención del Arq°

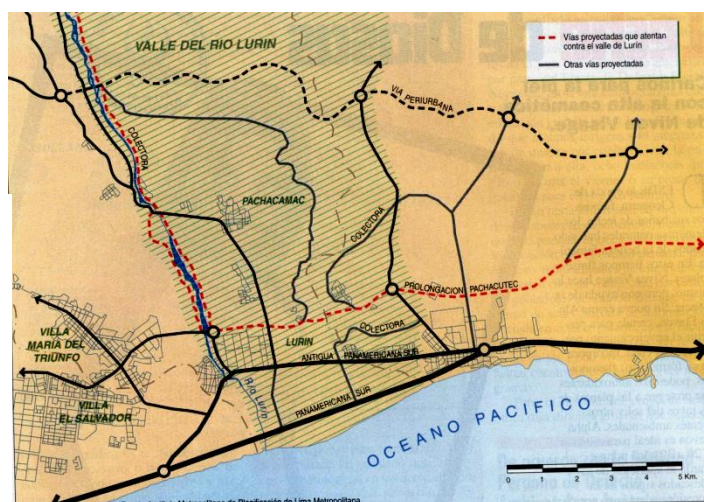
Ortiz de Zevallos en plausible por sus connotaciones ecológicas y de desarrollo sostenido para este sector de Lima aún virgen.

La ilustración siguiente muestra el esquema de ampliación de vías hacia el sur destacando la Av. Pachacútec cortando al valle de Lurín y generando usos “espalda contra espalda”.

La ilustración muestra la intención de prolongar la Av. Pachacútec hacia el sur, aumentando de esta manera su importancia en la zona y por ende dando pie a una futura población de la zona a lo largo del eje de la vía.

*Sería necesario controlar este fenómeno de uso de suelo para evitar la degeneración de su futuro.*

Foto tomada de Carretas  
15.3.2001. Pág.42.



“PAMPAS DE SAN BARTOLO”

- El Ministerio de Vivienda y Construcción, en Noviembre de 1977 elaboró una Propuesta para la organización, estructuración y tratamiento de las Areas de Expansión Urbana para Lima Metropolitana y otras ciudades de la costa peruana, en concordancia con sus Políticas de Expansión Urbana. La propuesta específica para las Pampas de San Bartolo consistió en la ocupación del territorio ubicado sobre la cota 200 msnm mediante módulos urbanos que se estructuraban linealmente; y el desarrollo de una zona de expansión agrícola en la parte baja de las Pampas.
- La Municipalidad Metropolitana de Lima en el año 1996 elaboró el Plan de Estructuración Urbana Metropolitana, el mismo que fue aprobado por el Acuerdo de Consejo N° 270 de fecha 20/11/86, que, en su Propuesta de Esquema de Acondicionamiento Territorial Provincial, consideró a las Pampas de San Bartolo como Area Urbanizable No Programada ( Reserva para fines de Expansión Urbana a largo plazo).
- El Ministerio de Vivienda y Construcción, mediante Resolución Ministerial N° 320-90-VC-1200 de fecha 3 de Julio de 1990, encargó el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano -



INADUR, la elaboración del Proyecto Acondicionamiento Territorial de las Pampas de San Bartolo. Este estudio se realizó teniendo como objetivo el proponer un Esquema de Acondicionamiento Territorial que contemple la localización y dimensionamiento de los asentamientos humanos y determine las actividades e instalaciones que demande la implementación del Proyecto de Rehuso de Aguas Servidas, garantizando la adecuada utilización del suelo, la seguridad física y la preservación del medio ambiente.

La Municipalidad de Lurín, durante el año 1999 elaboró su Plan Urbano Distrital, dentro del cual se propone la utilización con fines de expansión urbana residencial el sector de las Pampas de San Bartolo correspondiente a su distrito. Dicho Estudio se encuentra actualmente en proceso de aprobación por la Municipalidad Metropolitana de Lima.

## CAPITULO 11

El Terreno

## 2.1.0 CARACTERISTICAS DEL SITIO

### 2.1.1 LURIN – PUNTA HERMOSA – PUNTA NEGRA: AREA DE INFLUENCIA

#### 2.1.1.1 AMBITO

El Proyecto se encuentra localizado en las denominadas Pampas de San Bartolo, sector correspondiente al distrito de Punta Hermosa, sin embargo se considera que tiene un área de influencia directa que comprende los distritos de Lurín y Punta Negra, y en menor medida se extiende al resto de los distritos balnearios de San Bartolo, Santa María y Pucusana. El total del área está ubicada en la Zona Sur de Lima Metropolitana.

#### 2.1.1.2 ACCESOS

La Ordenanza de Actualización del Sistema Vial Metropolitano en actual proceso de aprobación por el Consejo Metropolitano, presenta un mayor desarrollo de vías en las Pampas de San Bartolo, considerando las siguientes categorías viales:

- **Vía Expresa:**
- La Autopista Panamericana Sur
  
- **Vías Arteriales:**
- La Prolongación de la Av. Pachacútec, a partir de Villa el Salvador, atravesando la Valle de Lurín y las Pampas de San Bartolo.
  
- **Vías Colectoras:**  
Las Vías que nacen en la Autopista Panamericana Sur y se prolongan en dirección Oeste – Este laterales, al terreno del Sector “A” de las Pampas de San Bartolo, propiedad de SEDAPAL.

## 2.1.2 ASPECTOS FISICOS

### 2.1.2.1 TOPOGRAFIA

Llanuras con terrenos de relieve plano a ondulado suave cubiertas con masas de arenas o dunas. Formadas por la planicie aluvial de las grandes quebradas y originada a partir de la acumulación de sedimentos aluviales depositadas en ambos lados de la quebrada al Río seco, presentando un relieve plano a ligeramente ondulado con un color pardo amarillento.

Planicies con terrenos de relieve irregular con ondulaciones pronunciadas, laderas eólicas y depresiones aluviales.

Constituidas por aquellas tierras generadas a partir del depósito de materiales arenosos transportados por el viento, proveniente del litoral marino, asimismo por materiales de origen mixto arenosos y areno - gravosos, que se encuentran distribuidos en la parte central del área del proyecto en ambos lados de la quebrada del río seco, presentando un relieve de ondulaciones pronunciadas, así como en laderas adyacentes a las colinas y lomas; presentando perfiles profundos y de textura arenosa con un color gris a pardo oliváceo.

Colinas o Lomas, conformadas por las elevaciones líticas que se encuentran dispersos en el área del Proyecto presentan una topografía abrupta, con pendientes pronunciadas presentando a veces un afloramiento mayormente rocoso y afectadas por acumulación de arena eólica.

Las Pampas de San Bartolo se encuentra emplazada en un cono deyectivo aluvial correspondiente a la quebrada del Río Seco o Malanche, constituido por depósitos aluviales y arenas eólicas. Los suelos donde se tiene proyectado construir las diferentes obras son depósitos que están constituidos por arenas limosas (SM), arena mal graduada (SP), arenas bien graduadas (SW) y gravas con limo (GM); secas, medianamente compactas a compactas a profundidad (valores de N del SPT mayores de 50 golpes/pie a 3.00 m de profundidad), salvo las arenas eólicas que se encuentran sueltas pero compactas a profundidad por la cercanía del afloramiento rocoso.

El afloramiento rocoso en esta zona esta constituido por rocas de origen sedimentario, volcánico e intrusivo.

Basándose en la exploración de campo, realizada mediante 29 calicatas y 6 sondajes, el subsuelo del área investigada puede dividirse en tres zonas geotécnicas:

La Zona Geotécnica I, esta constituida por formaciones rocosas, es decir, por calizas e intercaladas con derrames volcánicos e intrusivos (parte inferior), y andesitas, areniscas, brechas etc. (parte superior); intemperizadas y meteorizadas en la superficie pero competentes a profundidad.

La Zona Geotécnica II, está constituido por depósitos aluviales con presencia de arenas eólicas en forma aislada en la superficie; estos depósitos aluviales están constituidos por arenas limosas (SM), arenas finas (SP) a gruesas (SW), con presencia gravas (GM) y boloneria en forma aislada, secos a ligeramente húmedos, de compacidad media a alta.

**Zona Geotécnica III, esta zona está constituido por arenas eólicas (SP-SM) en la superficie, secas y sueltas con presencia de roca competente a 4 ó 6 m de profundidad.**

Para las obras que se proyecten en la Zona Geotécnica I y II, siendo la Zona Geotécnica II el área de mejor comportamiento del suelo en condición estática y dinámica; tiene una alta capacidad de carga admisible y no se esperan asentamientos en esta zona. Debe mencionarse que las obras proyectadas en la Zona Geotécnica I, presentan el peligro de asentamientos (arenas eólicas sueltas), de cimentarse muy a la superficie, es por ello que se recomienda cimentar a profundidades donde la resistencia a la penetración sea  $N_{60} \geq 10 \text{ Ton/pie}$  o en roca.

Durante la ejecución de las calicatas no se encontró la presencia de la napa freática, hasta la profundidad de 10m. (pozo hallado en la zona).

Los suelos presentes en algunos sectores del área estudiada, serán competentes en estado seco (SP, SP-SM y SW), pero presentaran potencial colapso a medida que se incremente el contenido e humedad del mismo. Para evitar asentamientos diferenciales en estos suelos se recomienda el lavado del suelo por inundación durante un periodo de 48 horas y posterior compactación.

En las laderas de los cerros o lomas, se recomienda reforestar o forestar, con el objetivo de dar estabilidad y regular el avance de las arenas eólicas.

Dado que en los cauces de drenaje de la quebrada del río Seco o Malanche, estará sujeto a acciones de socavación general y transversal. Se recomienda, la construcción de obras de drenaje y defensa ribereñas, con el objetivo de proteger las infraestructuras proyectadas en esta zona, que garantice la inversión y seguridad física, frente a eventuales huaycos.

Las áreas donde se ha proyectado la construcción de lagunas, son suelos de estratos permeables (arena mal graduada) y medianamente permeables (arena limosa). Por lo que se requiere tomar medidas para su impermeabilización, para ello se puede utilizar las arenas limosas de la zona ( $k=1.5 \times 10^{-5}$  cm/seg.), para mejorar su impermeabilidad se puede mezclar con arcilla y posterior compactación.

La impermeabilización con finos es una alternativa de solución, pero debe mencionarse que existe otra alternativa de impermeabilización, como la utilización de geomembranas.

De los resultados de los ensayos químicos, se concluye que los suelos no serán agresivos a estructuras de concreto enterradas, pero si serán agresivos a estructuras de fierro enterradas. La medida de prevención para evitar la corrosión del acero esta relacionada con la calidad del concreto y su permeabilidad, así como los establecimientos de los recubrimientos mínimos según Normas de Estructuras y Cargas (E-060).

#### 2.1.2.3 FLORA EXISTENTE

No se encuentra casi ni una planta de raíz en razón de que nunca ha sido regado, salvo algunas Tillandsias (*Tillandsia umeoides*), en estas áreas se observa que no hay una edafización verdadera. La roca expuesta en algunos lugares, se desintegra lentamente en forma puramente física bajo el sol del día y la irradiación de la noche, pero no se descompone en las partículas minerales así producidas. El viento es la fuerza predominante de erosión. Tiene una acción muy selectiva sobre las partículas minerales flojas de la superficie. Sopla mayormente y con más fuerza desde el mar hacia el interior, tierra adentro, llevando las partículas más finas. Bajo la acción del viento, las partículas

de la superficie es desplazada hacia el interior y no hacia el mar como ocurre bajo la erosión fluvial. La condición desértica es absoluta.

#### 2.1.2.4 FAUNA EXISTENTE

A pesar de tener una condición eminentemente desértica, la zona en estudio denota la presencia esporádica de algunas especies. Según el reporte del Estudio de Prefactibilidad en su capítulo de fauna precisa que se ha podido observar, aves, lagartijas y huellas de puma.

#### 2.1.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS

##### 2.1.3.1 EVALUACIÓN DEL CLIMA

El clima es relativamente uniforme a lo largo de toda la Costa Sudamericana que se halla bajo la influencia de la Corriente Peruana. Las variaciones estacionales de la temperatura ambiental son las que nos hace percibir el verano e invierno; los últimos días de abril y los primeros días de mayo, normalmente con cielo despejado, con vientos en calma y temperaturas un poco reducidas, son manifestaciones de despedida del verano y transición al invierno que llamamos Otoño hasta fines de junio, en que se inicia el invierno hasta casi fines de setiembre. Después de octubre se empieza a sentir aire más suave, el sol brilla en el cielo con mayor frecuencia que en los meses recién pasados y esta es la parte del año que conocemos como la Primavera con la inminente llegada del verano que se inicia a fines de diciembre. Las variaciones de las temperaturas medias mensuales, así como de las temperaturas máximas y mínimas mensuales nos muestran que los meses de verano tienen una media mensual que varía entre 21°C y 24°C, el otoño entre 16°C y 23°C, el invierno entre 15.2°C y 18°C y la primavera entre 17.2°C y 21°C. Según



el observatorio Climatológico de Manchay Bajo, Ubicado entre 12°11' de latitud Sur y 76°52' de longitud Oeste a una altura de 184 msnm, en el distrito de Pachacamac.

### 2.1.3.2 PRECIPITACIONES

El clima se refiere no sólo a las variaciones térmicas sino comprende también el régimen de los vientos y de las precipitaciones las que según las latitudes geográficas, dentro de las cuales se extiende la costa peruana deberían ser veraniegas. Pero desde Punta Aguja hasta la frontera con Chile, y más todavía hasta la latitud de Coquimbo (30°), las precipitaciones son invernales, si es que los pocos milímetros de gotitas de agua acumuladas en los pluviómetros pueden ser llamados “precipitaciones”. Cuadro N° 2.

**CUADRO N° 2**

Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
Precipitación Total en mm													
1964	--	-	--	--	--	--	--	--	--	0.7	1.8	0.6	--
1965	--	--	--	--	1.6	0.7	--	5.6	7.1	2.3	0.3	2.2	--
1966	--	--	0.0	0.0	0.0	0.6	2.0	2.1	2.2	1.8	2.7	1.2	--
1967	0.3	2.4	0.4	0.0	0.0	0.6	2.8	1.3	4.4	0.4	0.1	4.4	17.1
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	2.3	6.1	0.1	0.0	10.4
1969	2.2	0.0	0.6	0.5	5.0	6.6	2.7	4.4	4.4	1.6	3.7	2.4	34.1
1970	17.8	1.7	0.0	0.0	0.2	2.9	6.5	1.1	2.8	0.2	0.9	0.0	34.1
1971	1.2	0.0	1.4	0.0	0.5	7.4	3.0	19.0	5.5	2.6	1.0	0.0	41.6

### 2.1.3.3 HUMEDAD RELATIVA

El régimen mensual de la humedad relativa varía según las estaciones del año. Es significativamente mayor en los meses de invierno. Cuadro N° 3.

**CUADRO N° 3**

<b>Años</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>Prom. Anual</b>
<b>Humedad Relativa Máxima Media (°C)</b>													
1955	99	99	100	99	100	100	100	100	100	98	98	98	99
1956	96	98	99	99	99	97	98	99	98	96	91	92	97
1957	95	98	97	99	98	98	97	98	99	98	92	92	97
1958	92	94	96	97	97	96	--	--	92	84	62	61	--
1959	51	56	--	94	93	94	95	98	--	87	--	--	--
<b>Humedad Relativa Mínima Media (°C)</b>													
1955	71	67	66	66	71	74	80	73	72	68	63	66	70
1956	59	63	65	61	71	72	76	80	72	64	59	54	66
1957	51	64	61	70	64	73	71	73	77	64	62	64	66
1958	66	70	67	62	68	72	--	--	67	59	51	47	--
1959	42	42	--	63	63	62	61	68	--	61	--	--	--
1960	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Humedad Relativa Media Mensual (°C)</b>													
1955	85	83	83	82	86	87	90	86	86	83	80	82	84
1956	78	80	82	80	85	84	87	90	85	80	75		
1957	73	81	79	84	81	86	84	86	88	81	77		
1958	79	82	82	80	82	84	--	--	80	72	56		
1959	46	49	--	78	78	78	78	83	--	74	--		
1960	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1961	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1962	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1963	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1964	--	--	--	--	--	--	88	91	86	86	84	80	--

1965	80	83	85	81	83	84	84	85	90	87	85	75	83
1966	78	77	78	78	83	86	86	87	87	87	84	81	83
1967	85	81	82	80	82	87	87	87	87	82	80	79	83
1968	78	78	81	83	84	83	83	84	87	85	80	79	82
1969	78	82	82	83	81	85	83	86	83	80	80	83	82
1970	87	83	79	82	85	87	86	85	84	82	81	80	83
1971	82	72	82	82	87	92	89	92	87	85	80	79	84

#### 2.1.3.4 ASOLEAMIENTO

La variación de las horas de sol guarda relación directa con la nubosidad. Las horas de sol varían entre 6 y 7 horas diarias durante la estación de verano y 1 a 2 horas en invierno, durante el cual inclusive, pueden ocurrir días consecutivos en los que no se registran ni una hora de sol. Cuadro N° 4.

**CUADRO N° 4**

<b>Años</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>Total Anual</b>
<b>Total Horas de Sol</b>													
1955	157	190	181	181	157	112	49	86	119	136	208	187	1763
1956	220	226	229	235	121	57	54	45	92	122	198	275	1874
1957	238	166	207	133	119	64	70	61	54	137	200	142	1591
1958	160	139	199	257	213	107	--	--	127	181	204	216	--
1959	242	151	--	135	90	47	28	66	--	132	--	--	--
1960	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 2.1.3.5 NUBOSIDAD

El promedio anual de nubosidad, el cual puede considerarse como relativamente alto ya que cubre un 75% del cielo. En cuanto a los promedios mensuales se observa que desde mayo hasta setiembre son los meses de más alta nubosidad, más o menos 7/8 (87.5%). Cuadro N° 5.

**CUADRO N° 5**

Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom. Anual
<b>Nubosidad Media en Octavos</b>													
1955	-	-	-	2	4	5	6	6	4	4	2	5	-
1956	3	3	3	2	5	6	7	7	5	4	2	4	4
1957	2	3	3	5	5	6	6	6	6	4	3	5	4
1958	4	5	3	2	2	5	-	-	5	5	2	4	--
1959	2	3	-	4	6	6	7	6	--	5	--	--	--
1960	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1961	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1962	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1963	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1964	--	--	--	--	--	--	8	8	7	6	7	6.	--
1965	5	7	6	6	7	7	7	6	8	7	7	6	6
1966	6	6	6	5	7	7	7	8	7	7	7	7	7
1967	7	6	8	5	7	7	8	8	8	7	7	6	7
1968	6	6	6	6	6	7	6	7	7	7	5	4	6
1969	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7
1970	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	7	7
1971	7	7	7	7	8	8	8	8	8	7	6	6	7

### 2.1.3.6 EVAPORACION

En cuanto a la evaporación no se dispone de información completa para un año, sin embargo se puede inferir, basándose en las horas de sol y nubosidad, que los valores más bajos, que fluctúan alrededor de 50 mm, se dan desde mayo a octubre; y los más altos, durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, alcanzando un promedio de 88 mm mensuales de evaporación. Cuadro N° 6.

**CUADRO N° 6**

Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
Evaporación Total en mm.													
1964	--	--	--	--	--	--	42.2	31.3	74.2	81.7	116.2	124.1	--
1965	136.0	106.6	86.5	76.6	60.4	60.7	43.3	47.7	28.1	50.5	68.3	75.3	840.0
1966	91.0	81.6	80.7	76.3	59.4	45.6	44.1	30.5	42.1	51.5	57.5	64.7	725.0
1967	68.5	53.7	75.2	67.5	55.0	38.4	32.8	36.7	36.6	57.3	65.5	81.2	668.4
1968	90.0	83.6	77.4	59.3	51.1	44.4	55.1	45.1	50.7	49.9	67.1	80.2	753.9
1969	92.8	64.4	75.1	58.6	54.2	34.5	39.0	37.3	49.5	67.3	59.5	68.8	701.0
1970	64.5	63.2	81.3	55.6	43.5	31.6	29.6	45.3	50.9	63.2	59.3	73.7	661.7
1971	77.8	84.2	89.9	68.3	44.0	19.6	29.8	18.5	30.3	38.6	70.9	84.7	656.6

### 2.1.3.7 VIENTOS

Los vientos tienen una incidencia relativamente débil, predominando los vientos en dirección Sudoeste – Noreste, con velocidades promedio de 13 km./hora.

### 2.1.4 ASPECTO SOCIO – ECONOMICO



#### 2.1.4.1 Población

La población actual de los distritos comprendidos en el área de influencia del Proyecto se estima en 65,200 habitantes, proyección al año 2000 elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, (Ver cuadro N° 1).

La población al año 1993, fecha del último Censo era de 48,313 habitantes, y al año 1981, fecha del Censo anterior, fue de 26,963 habitantes, habiéndose incrementado ésta en un 80% en el intervalo intercensal.

Los distritos que han tenido mayor crecimiento relativo son Punta Negra con una tasa anual de 12.6 y Punta Hermosa con una tasa de 10.0, mientras que Pucusana se ha estancado en su crecimiento arrojando inclusive una tasa ligeramente negativa si se considera las poblaciones totales (población censal más población omitida). Sin embargo, el distrito de Lurín es el que ha aumentado su población en mayor volumen en cifras absolutas.

El distrito de Lurín es el más poblado con el 71.8% de la población del área, seguido de Punta Hermosa (8.7%) y Punta Negra (7.1%), distritos que constituyen precisamente los de influencia inmediata del Proyecto, (Ver Cuadro N° 2).

**Cuadro N° 2**  
**DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN**

DISTRITOS	POBLACIÓN 2000	
	Habitantes	Distribución
LURÍN	46,784	71.8%
PUNTA HERMOSA	5,695	8.7%
PUNTA NEGRA	4,659	7.1%
SAN BARTOLO	3,577	5.5%
SANTA MARÍA	242	0.4%
PUCUSANA	4,243	6.5%
<b>TOTAL</b>	<b>65,200</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: INEI 1993 Y 1998

Elaboración: Equipo Técnico

De acuerdo a la información del Censo, el 89.5% de la población es considerada urbana y el 10.5% rural. La mayor parte de la población rural se localiza en el distrito de Lurín, (Ver Cuadro N° 3).

**Cuadro N° 3**  
**POBLACION TOTAL POR AREA URBANA Y RURAL**

DISTRITOS	TOTAL		AREA URBANA		AREA RURAL	
	N°	%	N°	%	N°	%
LURÍN	34,268	100	29,941	87.4	4,327	12.6
PUNTA HERMOSA	3,281	100	3,086	94.1	195	5.9
PUNTA NEGRA	2,373	100	2,290	96.5	83	3.5
SAN BARTOLO	3,303	100	3,212	97.2	91	2.8
SANTA MARÍA	181	100	125	69.1	56	30.9
PUCUSANA	4,233	100	3,966	93.7	267	6.3
<b>TOTAL</b>	<b>47,639</b>	<b>100</b>	<b>42620</b>	<b>89.5</b>	<b>5019</b>	<b>10.5</b>

Fuente: INEI 1993

Elaboración: Equipo Técnico

#### 2.1.4.2 Densidades Poblacionales

Los distritos del Area de Estudio tienen una densidad poblacional bastante baja coincidente con el carácter de uso temporal, de los mismos.

Según estimaciones del equipo técnico, las densidades residenciales promedio de los distritos varían desde 6 hab/ha en Santa María, entre 20 y 25 hab/ha en Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Pucusana, distritos con densidades muy similares, y finalmente Lurín donde llegaría alrededor de 70 hab/ha, (Ver Cuadro N° 4).

**Cuadro N° 4**  
**DENSIDAD DE OCUPACIÓN**

<b>DISTRITOS</b>	<b>POBLACIÓN 2000 (Habitantes)</b>	<b>SUPERFICIE URBANA OCUPADA (Has)</b>	<b>DENSIDAD (Hab/ha)</b>
LURÍN	46,784	600	78
PUNTA HERMOSA	5,695	195	29
PUNTA NEGRA	4,659	230	20
SAN BARTOLO	3,577	180	20
SANTA MARÍA	242	38	6
PUCUSANA	4,243	180	24
<b>TOTAL</b>	<b>65,200</b>	<b>1423</b>	<b>46</b>

Fuente: INEI 1993

Elaboración: Equipo Técnico

Sin embargo en cada distrito se presentan algunas pocas manzanas ubicadas en las áreas centrales que alcanzan densidades mayores incluso a los 200 hab/ha, como puede apreciarse en los gráficos que se adjuntan, (Ver Gráficos). Estos gráficos no incluyen las áreas urbanas de ocupación reciente pues tienen como base el Censo de 1993.

#### 2.1.4.3 Población Económicamente Activa

La población económicamente activa del área de estudio a la fecha del Censo sumaba 17,368 habitantes, la misma que en mayor proporción se dedica a actividades terciarias o de servicios, con un 45.3% del total, que corresponde principalmente a la

población dedicada a los servicios comunales, sociales y personales y al comercio en pequeña escala.

Un 20.1% de la PEA se dedica a las actividades secundarias o de transformación, entre las que predomina la construcción civil. El 17.1% restante se encuentra dedicado a actividades primarias o de extracción, que corresponden en mayor medida a actividades agropecuarias, principalmente el distrito de Lurín, y a la pesca, principalmente en Pucusana. Finalmente se señala que un 17.4% de la PEA no tiene señalada actividad específica. (Ver Cuadro N° 5).

Estas cifras corroboran la vocación principalmente agrícola y pecuaria del distrito de Lurín; pesquera del distrito de Pucusana; y de servicios de los distritos de Punta Hermosa, Punta Negra y San Bartolo, inherentes a su carácter de áreas recreativas de verano de Lima Metropolitana.

#### 2.1.4.4 Actividades Económicas y Establecimientos

Según el Directorio de Establecimientos elaborado por el INEI en el año 1996, en el Área de Estudio existen un total de 1,545 establecimientos de diverso tipo y dimensión, donde se realizan actividades económicas.

El distrito con mayor número de establecimientos es Lurín, donde se ubican el 58% de éstos. Los demás se distribuyen homogéneamente en el resto de distritos, con excepción de Santa María del Mar donde el número de establecimientos es ínfimo (0.7%), (Ver Cuadro N° 6).

**Cuadro N° 6**  
**NUMERO Y DENSIDAD DE ESTABLECIMIENTOS POR DISTRITO**

DISTRITOS	NUMERO DE ESTABLEC.	DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO %	SUPERFICIE URBANA OCUPADA (Has)	DENSIDAD (Estab/ha)
LURÍN	906	58.6%	600	2
PUNTA HERMOSA	173	11.2%	195	1
PUNTA NEGRA	133	8.6%	230	1
SAN BARTOLO	144	9.3%	180	1
SANTA MARÍA	11	0.7%	38	0
PUCUSANA	178	11.5%	180	1
<b>TOTAL</b>	<b>1,545</b>	<b>100%</b>	<b>1,423</b>	<b>1</b>

Fuente: INEI 1997. La Actividad Económica en Lima Metropolitana.

Elaboración: Equipo Técnico

La densidad promedio de establecimientos por hectárea es bastante baja en todos los distritos (01 a 02 establecimientos por hectárea), sin embargo éstos están preferentemente concentrados en algunas manzanas centrales, lo que puede apreciarse en los gráficos que se acompañan y que corresponden a los distritos de mayor influencia del Proyecto dentro del área de estudio,(Ver Gráficos).

Con relación al tipo de establecimientos existentes, éstos están relacionados con la función recreacional y turística del Area de Estudio, pues en gran proporción y en todos los distritos se refieren a actividades ligadas los servicios de esta rama. Con fines de ilustración se señalan a continuación los tipos de establecimientos que se presentan en mayor número en cada distrito.

- Lurín: Bodegas (310), Restaurantes (96), Farmacias y Boticas (24), Ferreterías (19), Talleres de Mecánica (18), Lecherías y Productos lácteos (16), Viveros y Florerías (16).
- Punta Hermosa: Bodegas (48), Restaurantes (43), Cevicherías (9), Ferreterías (6), Heladerías (5) y Hostales (4).
- Punta Negra: Bodegas (39), Restaurantes (23), Licorerías (6), Hostales (6), Cevicherías (5) Fuentes de Soda y Cafeterías (5).
- San Bartolo: Bodegas (45), Restaurantes (31) Fuentes de Soda (10), Hostales (5), Panaderías y Pastelerías (4).
- Santa María: Fuentes de Soda (3), Clubes Recreacionales (2) Minimarket (1).
- Pucusana: Bodegas (54), Restaurantes (30), Cevicherías (25) Ferreterías (6) Panaderías y Pastelerías (4).

#### 2.1.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PRELIMINARES

- El clima de la zona costera de san Bartolo, corresponde a una zona benigna debido a que el rango de temperatura ( $13^{\circ}$  -  $27^{\circ}$  C), está dentro del rango de biotemperatura o temperatura de vida ( $0^{\circ}$  -  $24^{\circ}$ ), con un promedio de  $18^{\circ}$  C; con precipitaciones promedios anuales de 15-30 mm y el promedio de evapotranspiración potencial por año varía entre 32 a 64 veces más la precipitación, correspondiendo a una provincia de humedad desecada. Las neblinas costeras de invierno favorecen una vegetación gramíneas, hierbas anuales y arbustos pequeños.
- Las condiciones de humedad del Proyecto, agregando agua de riego y espejos de agua, favorecerá no solo a la formación de comunidades vegetales, sino también a un microclima confortable para las personas y la biota en general. Sin embargo, es importante resaltar que la calidad y cantidad de agua requerida en el área para los propósitos del proyecto, según sea su uso: riego, fauna terrestre, fauna acuática, recreación y servicios, requiere de un buen tratamiento dada la magnitud, permanencia y los objetivos propuestos.
- El proyecto afectará sin duda el ambiente socio - económico de la población del área de influencia, promoviendo un sin número de actividades principalmente de carácter comercial y de servicios en el distrito de Punta Hermosa, a partir del cual se irradiará beneficios a los otros distritos. La deficiencia actual de servicios de agua potable, desagüe y transporte, deberán ser contemplados en el marco de la influencia del proyecto.

- Con relación al hábitat natural y la visión paisajista del área del proyecto, tendrá un gran cambio debido a que ambos se verán potenciados por la creación de nuevos hábitats y paisajes artificialmente formados. Dentro de este aspecto, el soporte de una flora y fauna silvestre de mayor diversidad es posible, cuando el hábitat respectivo haya sido formado, por mejora de condiciones de suelo y agua en cantidad y calidad.

- El zoológico y todo el Parque Ecológico brindan la posibilidad de la conservación *in situ* de la rica flora y fauna del país y de otras zonas tropicales del planeta. Se deberá tener cuidado de fijar el espacio mínimo para el establecimiento de fauna terrestre y acuática de dimensiones grandes, como mamíferos y reptiles. De la misma forma, las medidas de seguridad para preservar la integridad y la vida de personas y animales, cuando se incluya especies peligrosas.

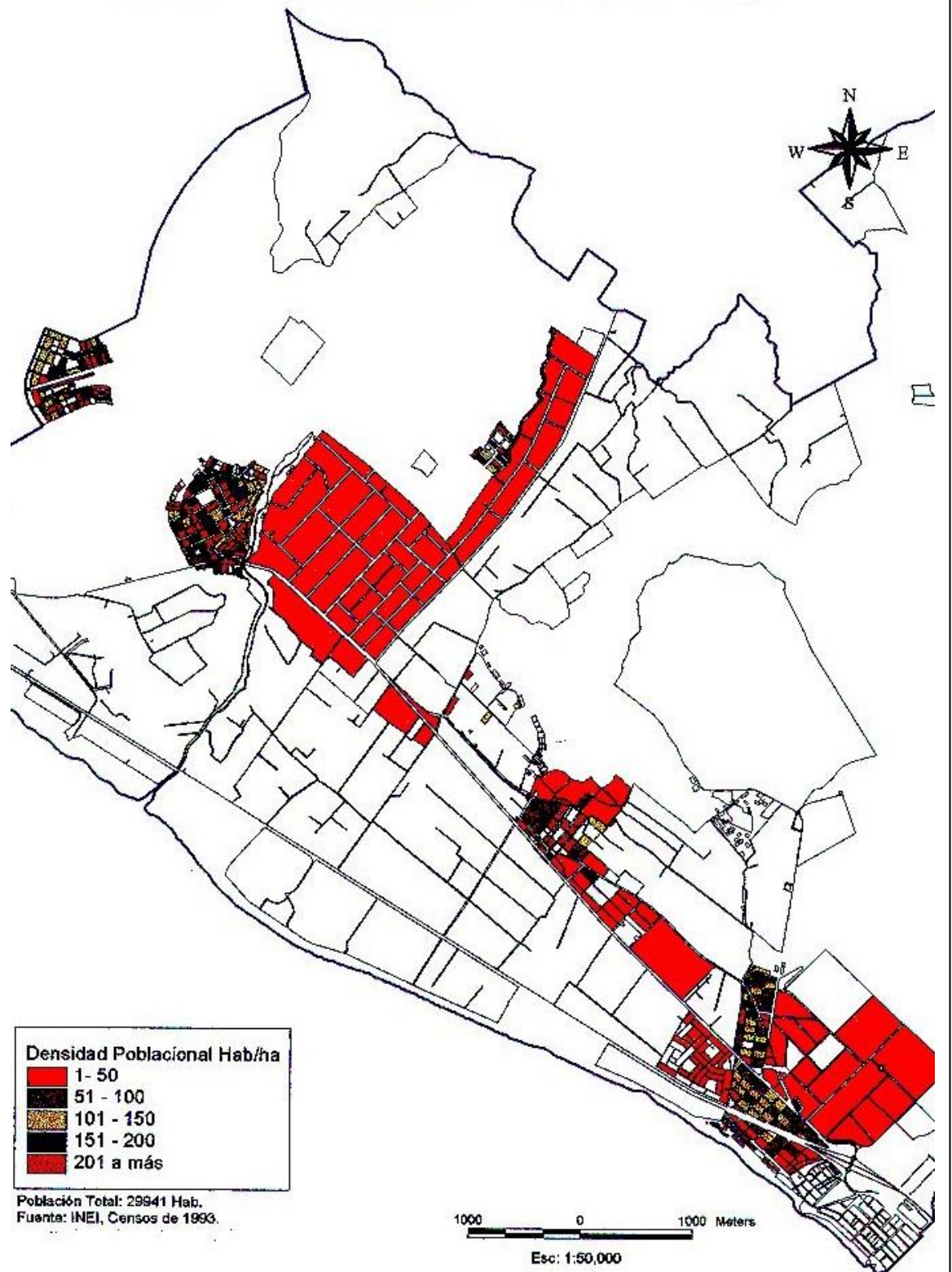
- Desde el punto de vista geotécnico, el área de proyecto presenta condiciones de estabilidad para las obras. Los factores de vulnerabilidad como litológicos, morfológicos, geodinámicos y antropogénicos, pueden ser controlados si se toma en cuenta el área total de la cuenca para un tratamiento integral y prevenir los riesgos por sismos, huaycos, erosión hídrica y eólica, mediante trabajos de reforestación en laderas, contención de erosión y aumento de cárcavas por el sistema terrazas.

- Los efectos negativos naturales más importantes para el área de estudio en el estado actual, son los siguientes:

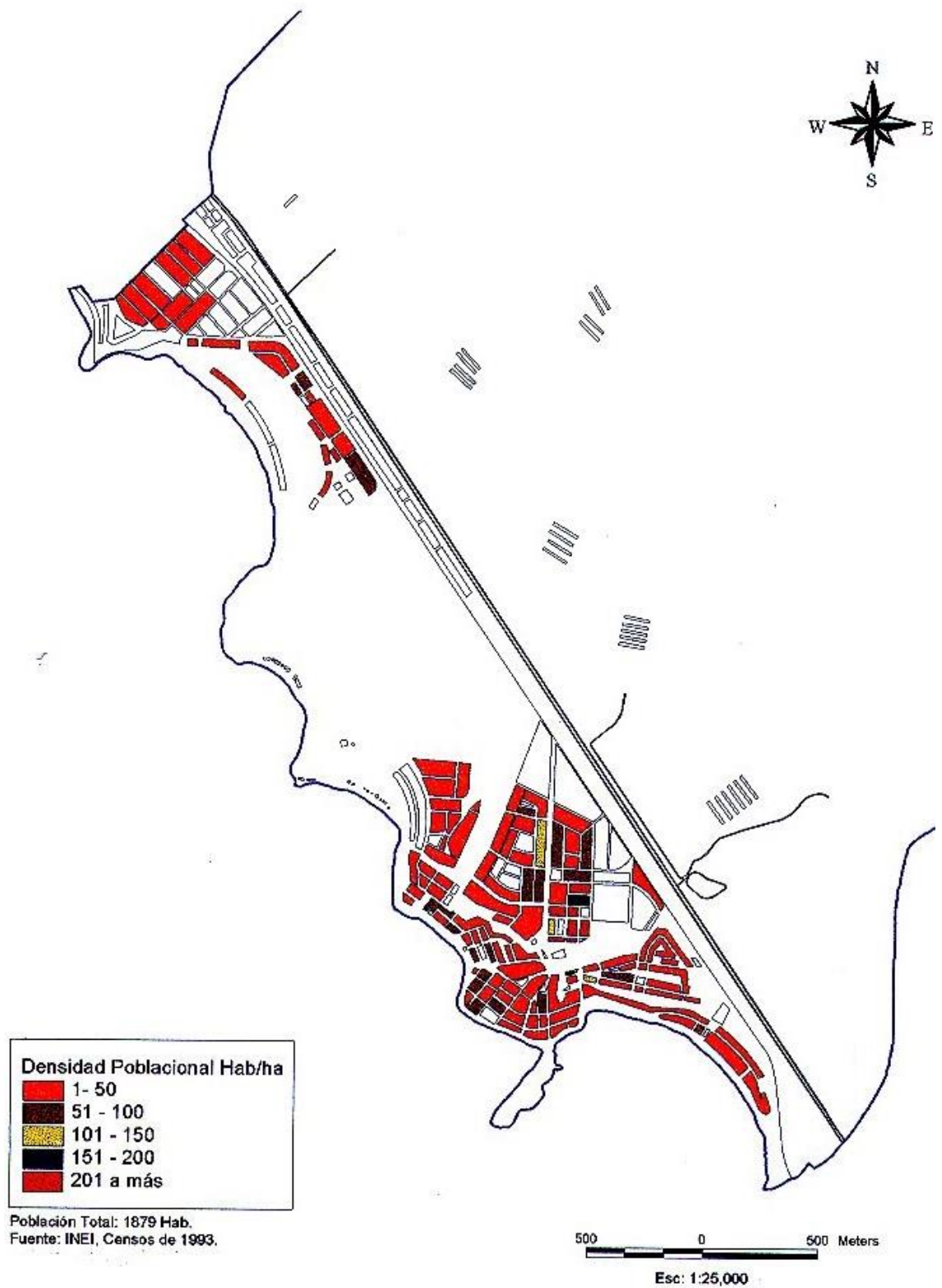


- La máxima avenida por la Quebrada Malanche de  $65 \text{ m}^3/\text{s}$ , que cruza por el centro del parque y arrastra gran cantidad de material sedimentario.
- El crecimiento demográfico de la población del entorno, con una tasa de crecimiento de 3.8%, mayor que la tasa de crecimiento nacional de 2.1%. Podría ser una amenaza para el área al interior del perímetro, por lo que se recomienda crear una zona de amortiguamiento en los límites Norte, Este y Sur.
- El estado actual de los restos arqueológicos son de especial cuidado, debido a que han sufrido una fuerte acción antrópica, por lo que se recomienda un mayor estudio y tratamiento para su preservación e incorporación al proyecto.

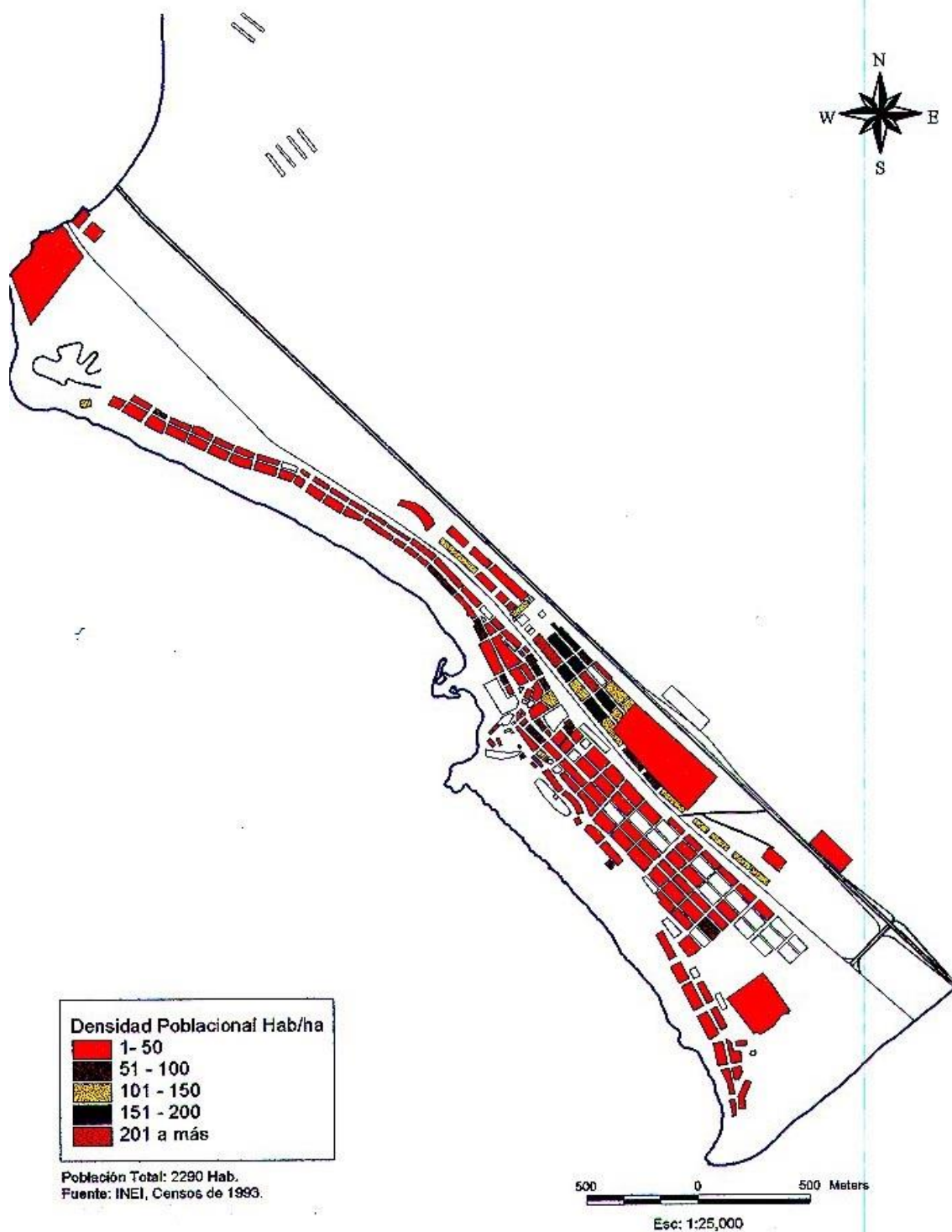
## DENSIDAD POBLACIONAL EN EL DISTRITO DE LURIN



## DENSIDAD POBLACIONAL EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA



# DENSIDAD POBLACIONAL EN EL DISTRITO DE PUNTA NEGRA



## 2.2.0 ESTRUCTURA URBANA

### 2.2.1 ASPECTO FISICO

El Area de Estudio se caracteriza por la presencia de litoral marino que conforma un continuo de playas las cuales tradicionalmente fueron consideradas como el área de recreación de verano de la población de Lima Metropolitana.

Este recurso ha originado la ocupación y desarrollo de los distritos del área de estudio como balnearios, con la presencia de viviendas de uso temporal y servicios complementarios.

Los balnearios en su conjunto, tienen una población predominantemente flotante que llega a saturar la capacidad de estos distritos en los meses de verano. Con excepción de Santa María, los balnearios ofrecen durante estos meses los servicios de alimentación, alojamiento y esparcimiento entre otros, en concordancia con su función.

Cabe señalar sin embargo que en los últimos años se nota un proceso de ocupación de los terrenos libres de los balnearios con fines de vivienda permanente, creándose nuevos asentamientos que demandan de equipamiento y servicios de carácter urbano que no se tenían previstos.

El distrito de Lurín presenta características diferentes, pues el centro poblado principal no se encuentra a orillas del mar y tuvo desde su origen una mayor relación con las actividades agrícolas y pecuarias del Valle. Actualmente es el que concentra la mayor población del área, la cual es de carácter permanente. Constituye además el centro poblado de mayor dinámica y que ofrece la mayor cantidad de los servicios administrativos, sociales, comerciales y financieros. Sin embargo también presenta dentro de su ámbito territorial áreas de balneario y una gran extensión de playas de masiva concurrencia, así como terrenos libres con potencial para la localización de nuevas instalaciones recreacionales y turísticas tanto de playa como de campo.

### 2.2.2 USOS DE SUELO

#### 2.2.2.1 Uso Agrícola:

Comprende los terrenos del distrito de Lurín ubicados en el Valle, los cuales destinan predominantemente a productos de pan llevar. Estos presentan problemas relacionados a la escasez y temporalidad del agua proveniente del Río Lurín. En los últimos años se nota una fuerte presión por el cambio de uso ejercida por parte de grandes industrias algunas de las cuales ya se han instalado en la zona y otras han adquirido considerables extensiones de terreno para dicho fin.

#### 2.2.2.2 Uso Agropecuario:

Comprende algunas parcelaciones ubicadas en el distrito de Lurín, cuya extensión no es significativa.

Asimismo se ubican en el área algunas granjas avícolas sobre terrenos eriazos, ubicados principalmente en las Pampas de San Bartolo y en Santa María.

#### 2.2.2.3 Uso Urbano:

Corresponde a las áreas ocupadas por los centros poblados. Estas se encuentran en proceso de consolidación, contando en su mayoría con servicio de energía eléctrica, sin embargo el servicio de agua presenta dificultades por la escasez de este recurso.

#### 2.2.2.4 Otros Usos:

Constituido por las playas del litoral, clubes y centros de esparcimiento, la Fábrica de Explosivos, la Estación Terrena de Lurín, el Relleno Sanitario de Portillo Grande y otros.

#### 2.2.2.5 Terrenos Eriazos:

Existe una gran extensión de terrenos eriazos que conforman la denominada Pampas de San Bartolo, gran parte de las cuales fue cedida en uso al Ministerio de Defensa y donde existen además proyectos diversos. En este territorio se encuentra el área del Proyecto de tratamiento y reuso de las aguas servidas provenientes del Colector Surco y su utilización para fines de irrigación.

### 2.2.3 DESARROLLO URBANO DE LA ZONA

La ciudad de Lima - Callao, por sus características de gran metrópoli, influye directamente sobre una región que escapa a los límites de su actual desarrollo urbano; dicha influencia no solo se da en términos de aprovisionamiento de recursos, sino también en términos de una influencia de tipo netamente urbana que se puede definir por tres características principales como son:

- a. Intercomunicación diaria de personas por relaciones del tipo vivienda - trabajo o vivienda- servicios.
  - b. Proceso de urbanización de la tierra con ritmo y características que lo distinguen netamente del proceso normal que ocurre en otras zonas del país.
- Presencia estacional (principalmente los fines de semana) de la población metropolitana en busca de lugares para recreación expansiva.

#### 2.2.3.1 El Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima y Callao 1967 – 1980

El Esquema Director del Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima- Callao 1967- 1980, aprobado por la Resolución Ministerial N° 632-69-VI-OPDU del 16/10/69 definió dentro

del mismo la Vocación Funcional del Area Metropolitana, en la cual el Area Sur fue concebida como un espacio con vocación urbana – rural.

*En la organización del Área Metropolitana fue necesario facilitar las interdependencias ante la aglomeración y sus expansiones futuras, entre los antiguos y los nuevos asentamientos, de manera tal de conseguir la integración funcional de aquella.*

Para el Valle de Lurín se propuso su conservación y desarrollo como un área de expansión agrícola intensiva, principalmente el valle bajo, y de desarrollo recreacional de invierno, principalmente el sector de Cieneguilla. Para los balnearios del Sur, el Estudio contempló su desarrollo como área recreacional de verano.

Con relación específicamente del territorio de las Pampas de San Bartolo se definió parte del mismo como área con vocación para el desarrollo de asentamientos periféricos (accesibilidad a 60 minutos) y desarrollo lineal suburbano (accesibilidad 30 a 60 minutos con transporte masivo). Asimismo, se previó el tratamiento de las áreas de borde, quebradas y laderas como expansión forestal.

El Esquema Director consideró asimismo dos Ejes de Comunicación Básicos de nivel Nacional y Regional, que corresponden a la actual Panamericana Sur y a la Vía Peri - urbana propuesta, en el territorio de las Pampas de San Bartolo.

## **El Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima y Callao 1990 – 2010**

El Plan de Desarrollo Metropolitano Lima - Callao 1990-2010 (PLANMET) vigente, aprobado por Acuerdo de Consejo de la Municipalidad Metropolitana de Lima N° 287 del 21 de Diciembre de 1997 y puesto en vigencia por Decreto de Alcaldía N° 127 del 13 de Agosto de 1992, lo referente a la Política General de Acondicionamiento Territorial, plantea orientar y promover el acondicionamiento territorial y el uso racional del suelo en el Área Metropolitana de acuerdo a la programación de ocupación del suelo y a la clasificación del suelo según sus Condiciones Generales de Uso, señaladas en la Propuesta de Acondicionamiento Territorial Metropolitano: Suelo Urbano, Suelo Urbanizable y Suelo no Urbanizable.

La Propuesta antes mencionada del PLANMET considera a las Pampas de San Bartolo como Suelo Urbanizable destinado a Asentamientos Humanos con Actividades Productivas.

Además, la Propuesta de Zonificación Generalizada del PLANMET, considera para los Balnearios del Sur de Lima, la calificación de Recreación Metropolitana, (Zona de Habilitación Recreacional). Asimismo, propone la conservación como Area Agrícola de la cuenca del río Lurín, y la reserva para el mismo fin del área del Proyecto de Reuso de Aguas Servidas, actualmente denominado Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Aguas Servidas - MESIAS. Para el área restante de las Pampas de San Bartolo considera la localización de Asentamientos con Características Productivas (Mixto



Industrial Agropecuario). Dicha Propuesta de Acondicionamiento Territorial se ratifica en la Propuesta de Clasificación del Suelo Metropolitano por Condiciones Generales de Uso, aprobada por la Ordenanza 228-MML de fecha 25 de Agosto de 1999.

En esta Propuesta, las Pampas de San Bartolo están consideradas como Área de Expansión Urbana de Lima Metropolitana a Largo Plazo, año 2010.

#### 2.2.3.2 Otros Estudios Urbanos con incidencia en las Pampas de San Bartolo

El Ministerio de Vivienda y Construcción, en Noviembre de 1977 elaboró una Propuesta para la organización, estructuración y tratamiento de las Areas de Expansión Urbana para Lima Metropolitana y otras ciudades de la costa peruana, en concordancia con sus Políticas de Expansión Urbana. La propuesta específica para las Pampas de San Bartolo consistió en la ocupación del territorio ubicado sobre la cota 200 msnm mediante módulos urbanos que se estructuraban linealmente; y el desarrollo de una zona de expansión agrícola en la parte baja de las Pampas.

La Municipalidad Metropolitana de Lima en el año 1996 elaboró el Plan de Estructuración Urbana Metropolitana, el mismo que fue aprobado por el Acuerdo de Concejo N° 270 de fecha 20/11/86, que, en su Propuesta de Esquema de Acondicionamiento Territorial Provincial, consideró a las Pampas de San Bartolo como Area Urbanizable No Programada (Reserva para fines de Expansión Urbana a largo plazo).

El Ministerio de Vivienda y Construcción, mediante Resolución Ministerial N° 320-90-VC-1200 de fecha 3 de Julio de 1990, encargó el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - INADUR, la elaboración del Proyecto Acondicionamiento Territorial de las Pampas de San Bartolo. Este estudio se realizó teniendo como objetivo el proponer un Esquema de Acondicionamiento Territorial que contemple la localización y dimensionamiento de los asentamientos humanos y determine las actividades e instalaciones que demande la implementación del Proyecto de Re - uso de Aguas Servidas, garantizando la adecuada utilización del suelo, la seguridad física y la preservación del medio ambiente.

La Municipalidad de Lurín, durante el año 1999 elaboró su Plan Urbano Distrital, dentro del cual se propone la utilización con fines de expansión urbana residencial el sector de las Pampas de San Bartolo correspondiente a su distrito. Dicho Estudio se encuentra actualmente en proceso de aprobación por la Municipalidad Metropolitana de Lima.

#### 2.2.4 EN RELACIÓN CON EL SISTEMA RECREACIONAL

El Plan de Desarrollo Metropolitano Lima - Callao a 1980 (PLANDEMET) consideró las Areas Recreacionales para Lima Metropolitana como uno de los temas fundamentales del mismo.

##### 2.2.4.1 Niveles y Jerarquías

**Sobre el particular, el Estudio definió los siguientes Niveles de Tratamiento:**



- **El Nivel Regional**, que comprende las áreas periféricas que cubren las necesidades de recreación de la población principalmente durante los fines de semana y se presentan como áreas de recreación extra - urbana de invierno y de verano.
- **El Nivel Urbano**, que comprende las áreas que cubren los requerimientos de la población metropolitana dentro de los límites urbanos.

A partir de estos conceptos, el estudio se abocó a recomendar el establecimiento de un Sistema Recreacional a nivel urbano, determinando los espacios necesarios para las actividades recreativas de la población metropolitana, espacios que estarían complementados con grandes zonas arborizadas.

Se consideró asimismo la existencia de tres **Jerarquías** para la actividad recreativa:

- **Metropolitana**: para aquellas áreas que por tener una función específica van a servir a la población metropolitana en su conjunto.
- **Metropolitana - Zonal**: para aquellas que, además de prestar servicios a escala metropolitana, pueden cumplir funciones zonales por estar ubicadas en zonas residenciales.
- **Zonal**: para aquellas cuya función y equipamiento están destinadas a servir a la población de algún sector de la ciudad.

## 2.2.5 VIALIDAD INTERNA Y EXTERNA DEL PARQUE

**Sistema de vialidad**, el cual comprende las vías externas de acceso al Parque y las vías internas para la visita y atención de los servicios del Parque. Conforme se puede advertir en el plano anexo se accede al Parque a través de la construcción de una “trompeta” con una pista auxiliar que termina en la zona de estacionamiento. Para salir del Parque se utiliza una construcción similar y ubicada simétricamente en relación con la carretera Panamericana Sur.

### 2.2.5.1 VIALIDAD INTERNA

Para el acceso a las zonas del Parque estarán arboladas y delimitarán dichas zonas. Las vías serán de distintas clases: vías de servicio, zoo-peatonal, zoo-vehicular y para el tren eléctrico, todo lo cual se puede advertir en el plano correspondiente.

### 2.2.5.2 VIALIDAD EXTERNA

Prediseño de las Vías de Borde y de Acceso al Parque Zoológico, Ecológico y Recreacional de San Bartolo.

#### **Antecedentes relacionados con el Sistema Vial**

- El Decreto Supremo N° 28 – F del 20/04/66 definió específicamente para la Panamericana Sur una sección vial de 120.00 m.

- El Plan Vial Metropolitano del año 1971, aprobado por Resolución Suprema N° 293 – 71 – VI – DU de fecha 06/07/71, estableció para la Autopista Panamericana Sur una sección vial de 120 m.
- El Plan de Desarrollo Metropolitano Lima Callao 1990 – 2010 vigente, aprobado por Acuerdo de Concejo de fecha 21/12/89, incluyó una Propuesta del Sistema Vial Metropolitano en la cual se consideró la Autopista Panamericana Sur como Vía Regional, con la misma sección.
- La Ordenanza N° 127-MML del 27/09/97, aprueba la Clasificación del Sistema Vial Metropolitano, que actualiza en ese aspecto el Plan de Desarrollo Metropolitano. Dicha Ordenanza mantiene la Autopista Panamericana Sur como Vía Expresa con las mismas dimensiones.
- La Ordenanza de Actualización del Sistema Vial Metropolitano en actual proceso de aprobación por el Consejo Metropolitano, presenta un mayor desarrollo de vías en las Pampas de San Bartolo, considerando las siguientes categorías viales:

#### Vía Expresa:

- La Autopista Panamericana Sur

#### Vías Arteriales:

- La Prolongación de la Av. Pachacútec, a partir de Villa el Salvador, atravesando la Valle de Lurín y las Pampas de San Bartolo.

#### **Vías Colectoras:**

- Las Vías que nacen en la Autopista Panamericana Sur y se prolongan en dirección Oeste – Este laterales, al terreno del Sector “A” de las Pampas de San Bartolo, propiedad de SEDAPAL

#### **Trazado de Vías**

El diseño de las vías exteriores al Parque, de acuerdo con la reglamentación vigente sobre Habilitaciones Urbanas, debe considerar el trazado de las mismas de manera que el límite de propiedad corresponda al eje de las vías que bordean el Parque, a fin de compartir tanto el derecho de vías como la habilitación de las mismas. Se exceptúa en este caso la Autopista Panamericana Sur, la cual tiene definido el trazo, correspondiéndole al Proyecto del Parque respetar el derecho de vías establecido para la misma, así como habilitar la pista de servicio en el tramo correspondiente a su propiedad.

#### **Secciones Viales**

De acuerdo con el Sistema Vial vigente, se han definido las siguientes secciones viales para las vías exteriores del Parque,

- Autopista Panamericana Sur	Sección Z–Z	120.00 mts
- Prolongación Av. Pachacútec	Sección Y–Y	80.00 mts
- Av. “A”	Sección X–X	60.00 mts
- Av. “B”	Sección X–X	60.00 mts
- Av. “C”	Sección W–W	30.00 mts

### 2.2.5.3 Intercambios Viales

#### - De acceso al Parque:

Se propone el acceso directo al Parque desde la Panamericana Sur. Para el efecto se ha considerado separar los flujos de entrada y de salida, los cuales deberán ser resueltos a través de dos intercambios viales.

El ingreso vehicular al Parque se propone localizarlo al extremo Norte de la zona de estacionamiento, aproximadamente junto a las actuales Lagunas de Oxidación de Punta Hermosa, para lo cual deberá localizarse un puente tipo trompeta a partir de carril Norte – Sur de la Autopista, que atravesará la misma por debajo y canalizará los flujos provenientes de la ciudad de Lima. Los vehículos provenientes del Sur ingresarán al Parque desde la vía de servicio de la Autopista, debiendo acondicionarse para el efecto la pista de des - aceleración correspondiente.

La salida vehicular del Parque se localizará en el extremo Sur de la zona de estacionamiento. Los vehículos que se dirigen hacia Lima ingresarán a la Autopista, carril Sur – Norte directamente desde la vía de servicio, debiendo acondicionarse la pista de aceleración correspondiente. Los vehículos que se dirigen hacia el Sur, atravesarán la Autopista Panamericana Sur junto al actual puente ubicado en la quebrada Malanche, para ingresar a la misma en el carril Norte – Sur. Este puente permitirá además el paso del tren de paseo propuesto en el Estudio.

Estos intercambios deberán además estar acondicionados para el acceso peatonal al Parque, constituido por aquellos que lleguen al mismo utilizando el transporte público urbano que se desplaza por la Antigua Panamericana Sur, o que provengan del distrito de Punta Hermosa. Para el efecto, los puentes deberán contar con veredas muy amplias y el correspondiente mobiliario urbano para proporcionar seguridad y comodidad al público usuario.

La ejecución de estos intercambios viales corresponde a SEDAPAL, pero requiere necesariamente la previa aprobación de la Municipalidad del Sistema Vial Metropolitano.

#### - Del Sistema Vial Metropolitano

Las vías colectoras metropolitanas propuestas a ambos lados del Parque coincidiendo con los límites de propiedad del mismo, deberán considerar en un futuro su conexión con la Autopista Panamericana Sur a

través de intercambios viales que se localizarían en las respectivas intersecciones, para cuyo efecto se deberán prever las reservas de área correspondientes.

La ejecución de estos intercambios viales es competencia de la Municipalidad Metropolitana de Lima a través de EMAPE y el coordinación con el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

## 2.3.0 FUNDAMENTACION JERARQUICA DEL PARQUE

### 2.3.1 Funciones de los Parques

Los Parques Zonales fueron planteados para cumplir las siguientes funciones:

#### **- Función Recreacional**

Con respecto al tipo de actividades recreacionales, los parques cumplen una doble función: recreación activa y recreación pasiva.

La recreación pasiva supone la contemplación estética del paisaje, el descanso o reposo, la atención de ciertos tipos de espectáculos como conciertos musicales, exposiciones, senderos de paseo, ambientes para campings etc.

La recreación activa comprende básicamente la actividad deportiva o aquella que supone acciones físicas diversas: escalamiento de cerros, paseos a caballo, juegos infantiles, parques mecánicos, etc.

#### **- Función Ambiental**

Con respecto al medio ambiente, deben cumplir la función de saneamiento ambiental a través de la absorción de emanaciones dañinas provenientes del transporte motorizado, fábricas, etc.

#### **- Función Cultural - Educativa**

Dependiendo de la especialización de los Parques, cumplen la función de complementación cultural de la instrucción u educación de la población en general y de los estudiantes en particular. Esta puede darse en cualquiera de los parques pero puede presentarse con mayor énfasis en aquellos casos especializados como un jardín botánico, museo, área arqueológica, parque zoológico, etc.

#### **- Función Estética**

Debido a que el Parque introduce paisaje natural dentro del paisaje artificial urbano. Esta función se cumple en todos los parques constituyendo la ambientación paisajística de cada uno, la cual tiene una influencia positiva en el público pues contribuye a la disminución de las tensiones de la vida urbana.

### 2.3.2 Factores de Localización

Para definir la Propuesta se tuvieron en cuenta como principales factores de localización los siguientes: el espacio disponible, los factores naturales y la accesibilidad.

Asimismo, se consideró la situación estratégica respecto a área de influencia, el costo probable del terreno, su no-afectación para uso urbano, la vocación del sitio, sus características agrológicas y posibilidades de riego, existencia de lugares arqueológicos, etc.

### 2.3.3 Estructuración del Sistema de Recreación

El Sistema de Parques definido sobre la base del Estudio de Áreas Recreacionales para Lima Metropolitana (Decreto Supremo N° 032-69-VI-DU), estuvo constituido por 5 Parques Metropolitanos, 2 Parques Metropolitanos – Zonales y 21 Parques Zonales.

Posteriormente se incorpora al Sistema el Parque Zonal N° 25 Pantanos de Villa (Decreto Supremo N° 09-77-VC). A partir de entonces, tanto el Ministerio de Vivienda como posteriormente la Municipalidad Metropolitana de Lima, en el marco de las Propuestas de Actualización de la Zonificación Metropolitana, modificaron este Sistema de Recreación, creando, suprimiendo o reubicando Parques, los cuales aparecen en los Planos de Zonificación de Lima Metropolitana.

Finalmente mediante Decreto de Alcaldía N° 038-95-MLM, se aprobó el Sistema Metropolitano de Recreación, conformado por 12 Parques Metropolitanos.

### 2.3.4 Parques del Sistema Metropolitano de Recreación Relacionados con el del Zoo

Entre los Parques Metropolitanos propuestos, se detallan los que tienen mayor relación con el presente Estudio:

### **- Parque N° 11 Central (Las Leyendas)**

Ubicado en el distrito de San Miguel, en terrenos del ex fundo Pando, lugar que presenta características especiales de carácter histórico debido a la existencia de un complejo arqueológico pre- inca. Fue definido primero como Parque Arqueológico y luego como Parque Central.

Se le asignó la jerarquía de Parque Metropolitano, de acuerdo con las funciones especializadas de naturaleza fundamentalmente cultural existentes y previstas, pues en el lugar se ubicaba ya desde entonces el Parque de Las Leyendas que muestra las tres regiones naturales del Perú; se tenía planeado construir locales para museo y se encuentra cerca a áreas de características muy especiales donde predominan grandes espacios destinados a instituciones de cultura, como las Ciudades Universitarias de San Marcos y La Católica, además del local de la Feria Internacional del Pacífico.

### **- Parque N° 23 San Juan de Miraflores - Jardín Botánico (Huayna Cápac)**

Este Parque fue establecido desde el año 1967, en terrenos eriazos de San Juan de Miraflores, a ambos lados de la Panamericana Sur.

Se le asignó una jerarquía de Parque Zonal Metropolitano. La jerarquía de Metropolitano le correspondió por su gran extensión y disponibilidad de agua proveniente de las lagunas de estabilización que convenientemente tratadas son adecuadas para irrigación, motivo por el cual se le asignó la especialidad de Jardín Botánico.

Entre las funciones asignadas se encuentran:

- Función Metropolitana por el Jardín Botánico.
- Función Zonal, en cuanto a las actividades de recreación activa y pasiva de la población.
- Función de Saneamiento Ambiental, pues su habilitación como parque, con profusión de verde, ayudaría a rehabilitar el área.
- Función Estética, debido a que las grandes magnitudes previstas por el Parque, sumadas a las áreas destinadas a arborización, presentarían un conjunto de verde de indudables valores estéticos que contrastaría favorablemente con los terrenos eriazos.

En la actualidad el sector ubicado al Este de la Panamericana Sur se encuentra habilitado como Parque Zonal, además de estar ocupado por las lagunas de oxidación de San Juan, cuya agua previamente tratada ha permitido la habilitación de un frondoso bosque y áreas verdes del Parque.

### **- Parque Zoológico**

El área seleccionada se ubica en la parte baja del río Chillón, con una extensión de 200 Has. Dicha área fue escogida por contar con condiciones paisajistas que la califican como área con vocación innata para recreación. Además se ubica cerca de la Panamericana Norte.

Se le asignó la función de Parque Zoológico Metropolitano. Actualmente el terreno ha sido en gran parte ocupado por habilitaciones urbanas, existiendo un estimado de 60 has que aún conservan el uso agrícola original.



## **- Parque Pantanos de Villa**

Se ubica en la zona de Villa, distrito de Chorrillos y tiene una extensión aproximada de 250 hectáreas.

La denominación y jerarquía de Parque Metropolitano de Villa surgió por Acuerdo de Concejo N° 184-87-MLM, en vista de la necesidad de conservar la integridad ecológica y las áreas libres del Parque Zonal N° 25.

El Parque Villa, por sus características ecológicas propias y particulares, así como por la función de zona de refugio y alimentación de aves residentes y migratorias, tiene como orientación y lineamiento básico el principio de preservación del medio ambiente.

Mediante Ordenanza N°184-MML del 04/09/98 se aprobó la Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa y Zona de Amortiguamiento, dentro de la cual se declaró a ésta como Area Natural de Protección Municipal y Refugio de Vida Silvestre.

## **- Otros Proyectos**

Recientemente se han desarrollado proyectos recreacionales de importancia entre los que cabe resaltar la habilitación por parte de SEDAPAL del Centro Ecológico Recreacional Huachipa, ubicado en la margen izquierda del río Rímac, a la altura del Puente del mismo nombre. Dicho Parque fue creado con el objetivo de fomentar la educación ambiental a través de Programas Educativos, crear conciencia ambiental, promover la protección y conservación de la flora y fauna y contribuir al desarrollo de la investigación en los recursos naturales.

Foto 1: Vista frontal del terreno desde Panamericana Sur



*Se pueden observar las características de horizontalidad y de desierto que el terreno presenta. La loma que se observa está orientada de sur a norte desde la derecha de la foto; la parte más baja aloja al Pabellón central, el mismo que se ubica tras esa loma y cuya presencia se delatará por la prominencia del aviario. Foto: Gustavo Suárez.*



Foto 2: Vista lateral del terreno desde el sur.

La vista muestra la escasez de accidentes geográficos de importancia. El terreno es llano en un 90% pues la pequeña pendiente del terreno es imperceptible. El color del terreno es medio amarillento y con poca



Las pequeñas depresiones que presenta el terreno serán aprovechadas para las futuras lagunas. El terreno tendrá que ser impermeabilizado antes con geo-mallas. Foto: Gustavo Suárez.

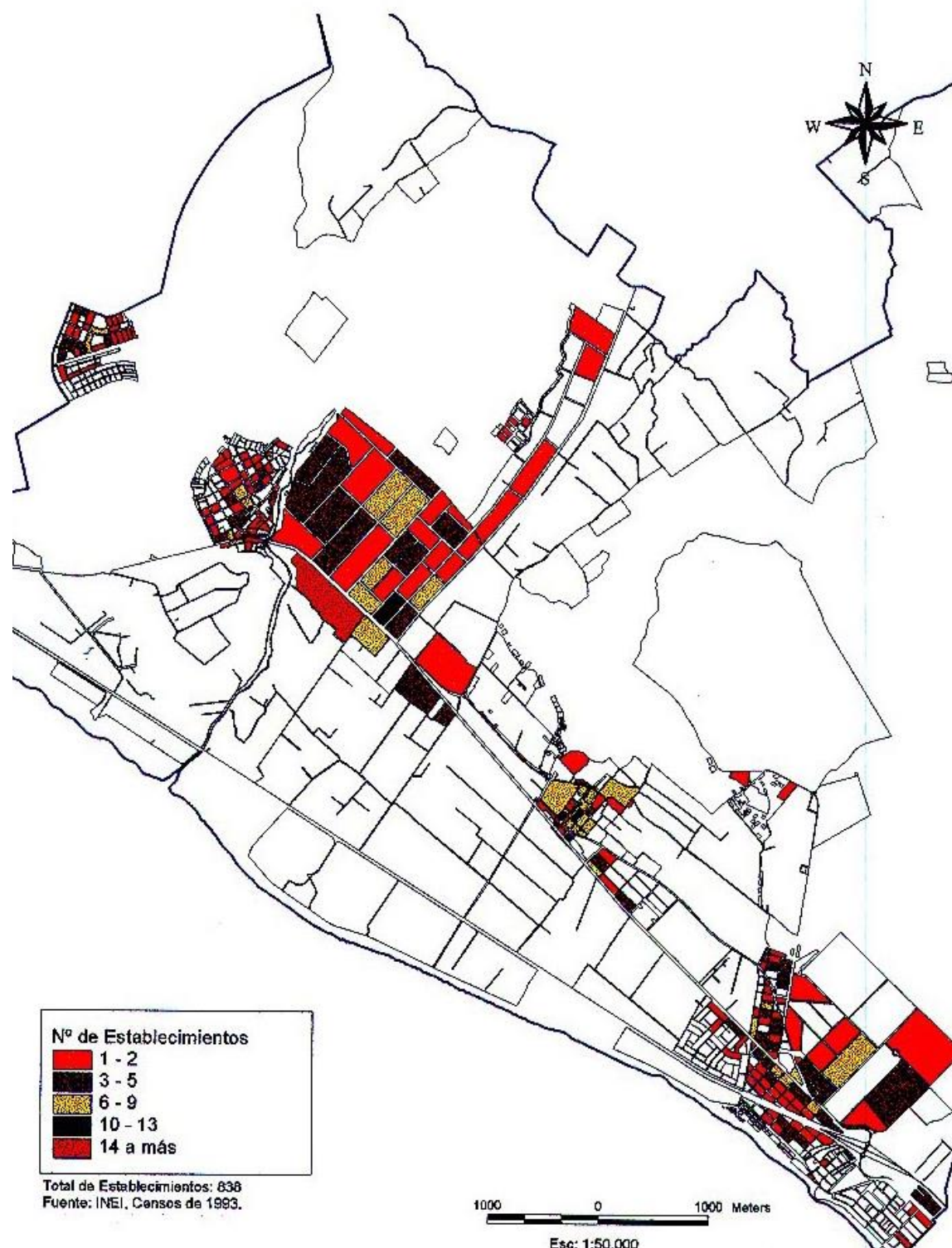


Foto 3: Vista interna del terreno desde el sector sur-este y enfocado hacia el oeste.

Las fotos del terreno muestran las condiciones desérticas del medio. La totalidad está cubierta de sedimentos y con acumulaciones de arena eólica. Fotos: Sedapal, Estudio de Prefactibilidad. Tomo III: Geotécnica y Estudio de Mecánica de Suelos

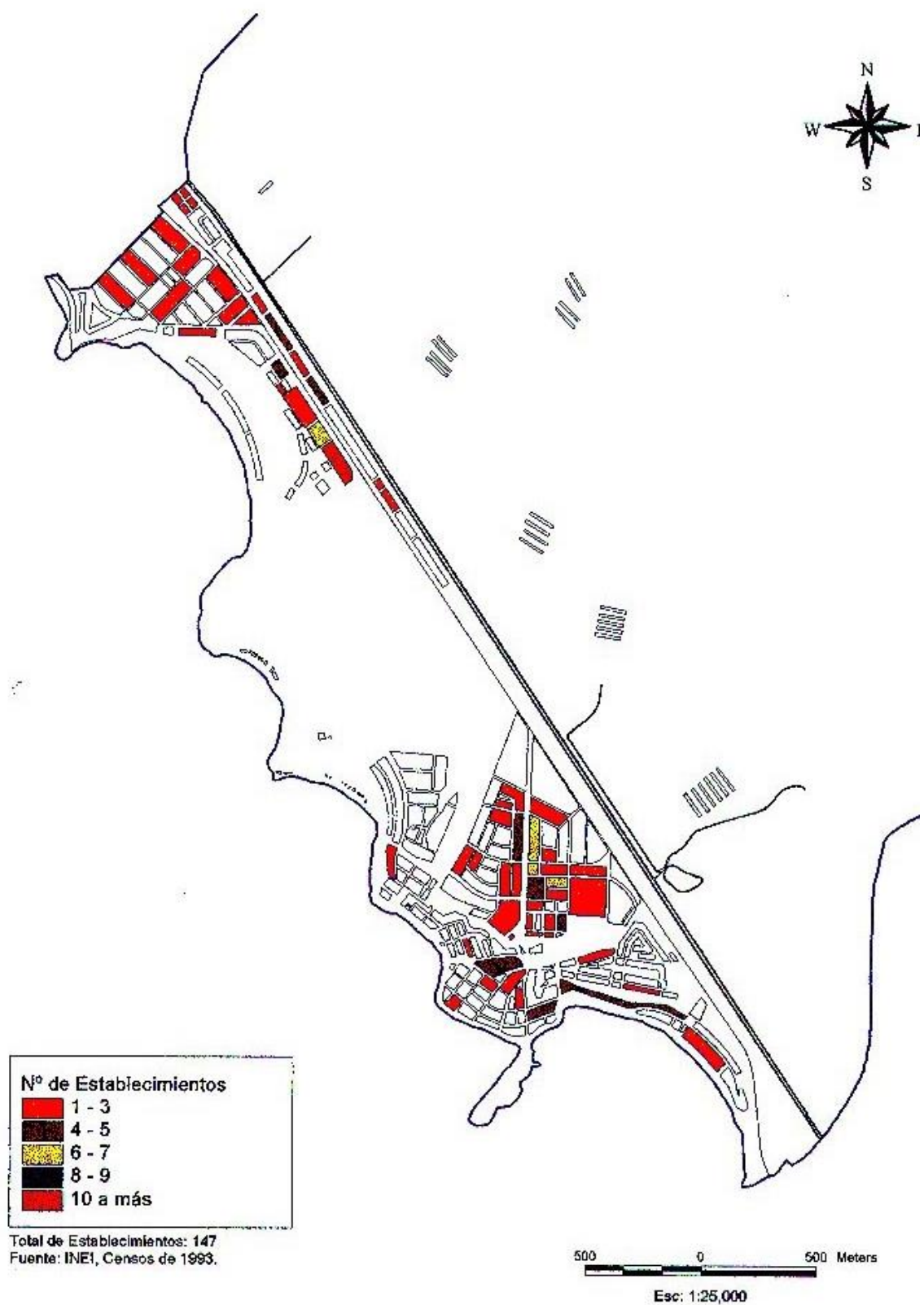
Foto 4 y 5 : condiciones paisajísticas locales

# Nº DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES EN EL DISTRITO DE LURIN

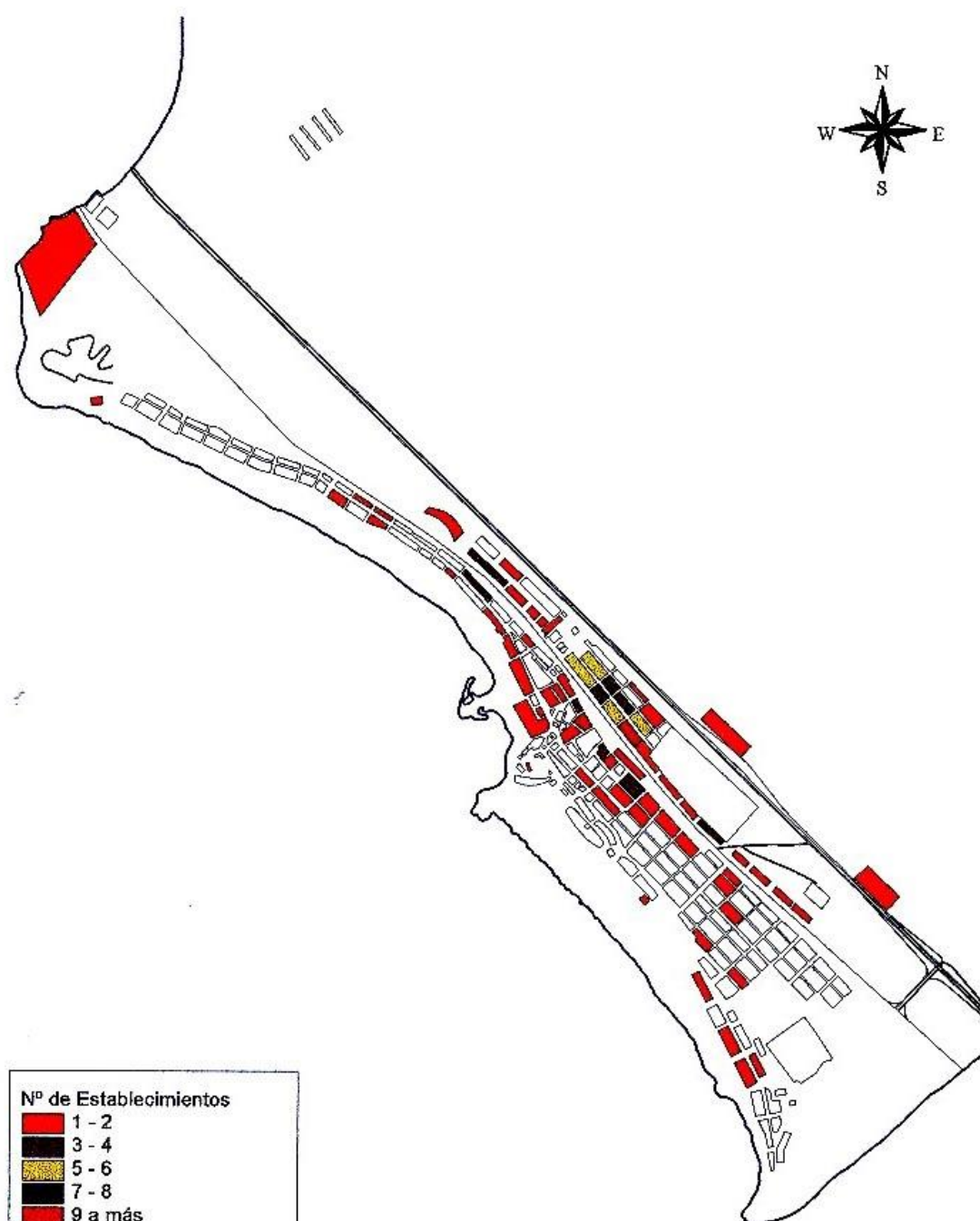




# Nº DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA



# Nº DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES EN EL DISTRITO DE PUNTA NEGRA



Nº de Establecimientos	
1 - 2	Red
3 - 4	Black
5 - 6	Yellow
7 - 8	Dark Grey
9 a más	Red

Total de Establecimientos: 137  
Fuente: INEI, Censos de 1993.

500 0 500 Meters  
Esc: 1:25,000

### *CAPITULO III*

Zoológicos

## 3.1.0 MARCO TEORICO

### 3.1.1 Filosofía de un Zoo

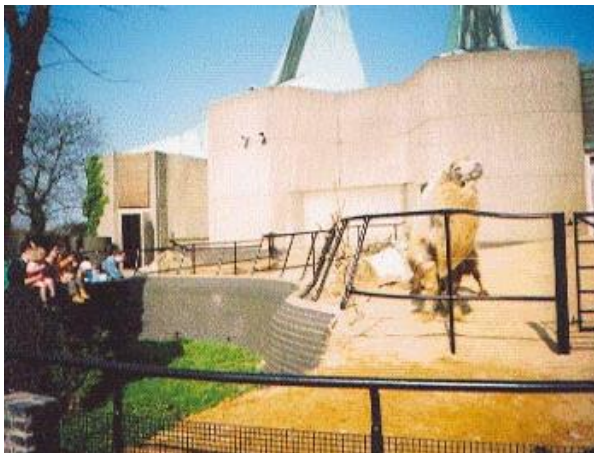
Si bien la noción generalizada de un Zoo se reduce a una colección de animales selectos para su exhibición en condiciones artificiales de hábitat, la filosofía actual para configuración de un Zoo difiere de la concebida hasta hace pocos años en dos aspectos básicos, su propósito y sus métodos de exhibición.

### 3.1.2 Propósitos

Los propósitos de un Zoo pueden ser concentrados en 5 áreas:

a) Recreación pasiva y activa: un zoológico provee un espacio artificial donde los visitantes pueden recrear su contacto con la naturaleza bajo condiciones de seguridad para la apreciación de especies animales y flora propias de un lugar.

Actualmente los zoológicos son considerados no sólo un entretenimiento pasivo para los visitantes sino los involucran en actividades de simbiosis con el hábitat natural de las especies. La idea de los safaris, introduce al espectador de manera controlada al espacio territorial de un animal para



Vista del pabellón de los dromedarios en el London Zoo. Los visitantes se recrean pasivamente frente a los camellos. Es notable la diferencia de enfoque en el cuidado de la exposición de la especie respecto a la planteada por el Parque de Las Leyendas en la foto de al lado.

Foto, Gustavo Suárez



Vista de la jaula de los leones en el Parque de Las leyendas, Lima, Perú.

*Pese a pertenecer al mismo esquema que el London Zoo, el caso peruano desmerece en el abuso de los barrotes, tema que no ayuda a la correcta transmisión del concepto de cuidado en un Zoo.*

*Foto Gustavo Suárez.*



propiciar un acercamiento a realidades lejanas al espacio de la ciudad.

Los zoológicos pueden tomar crédito de proporcionar una de las más populares actividades recreacionales mundiales. Se calcula que aproximadamente 620 millones de personas visitan un zoológico cada año. Esto representa el que el 16% de la población humana mundial pasa al menos un día en un zoológico.

Se estima que la industria de zoológicos incurre en una operación anual de gastos de aproximadamente 5 billones de dólares, lo cual frente al ingreso generado por el consumo de ciertos productos, no constituye una gran capitalización. Sin embargo las compañías que se benefician financieramente de esta industria, las grandes transnacionales, deberían tener la obligación moral de canalizar un pequeño porcentaje de su red para los proyectos de conservación, que deben ser sumidos con carácter de urgencia.

b) **Apreciación natural:** algo que está cercanamente asociado con el propósito de recreación pasiva es el logro del aprecio por la naturaleza como portadora de mensajes de equilibrio y goce estético. La dignidad de representar la naturaleza en un Zoo permite ese acercamiento y respeto por lo natural equilibrando

actitudes negativas impulsadas por el desarrollo

egoísta de las ciudades.

c) **Educación:** Las exhibiciones en un zoo, individualmente instructiva propia de museo vivo de historia natural posible, así como el hábitat de cada animal debe ser visitante. Para esto, debería ser obligatorio el contar con espacios ecológicos de considerable envergadura.

Los zoológicos atraen más visitantes que la mayoría de museos de historia natural, jardines botánicos, parques nacionales y otras instituciones afines orientadas a la naturaleza. La razón es que los zoológicos exhiben animales vivos, animales salvajes, que claramente concitan gran atención.



*Interacción natural con mapaches en el London Zoo. Estas visitas son posibles gracias al cuidado de cada especie y su correcta introducción a nuevos hábitats. Foto: Libro Guía del London Zoo*

La mayoría de los jardines zoológicos están activamente enganchados a programas educativos, que cubren la gama de educación formal e informal. Lecturas,



*Animals in action, espectáculo que el London Zoo ofrece a los visitantes por medio de animales amaestrados. Estas atracciones motivan a los espectadores y crean conciencia de respeto por las especies en general. Foto: Walter Suárez.*

desplazamientos interactivos, informativos y un amplio rango de actividades y oportunidades para aprender se ofrecen diariamente.

La educación que se imparte en los zoológicos de los países desarrollados tiene un contenido completamente diferente al de los países en desarrollo. En los primeros, la educación debe inducir al visitante a ganar una mejor apreciación de su medio ambiente y en consecuencia generar un compromiso entre el desarrollo humano y los sistemas biológicos de la tierra.

En los países en desarrollo, la educación de los zoológicos puede jugar un mayor rol en conservación ambiental. Tradicionalmente la mayoría de los países en desarrollo tienen un gran nivel de diversidad biológica que son extremadamente vulnerables y sensible al gran crecimiento de densidad de las poblaciones humanas.

Aunque muchos de estos países tienen áreas protegidas y parques nacionales, es también conocido que estos lugares constituyen gran atracción de turistas internacionales, como el caso de Africa, por ejemplo.

Sin embargo, si tomamos en cuenta la importancia de la gente local y su actitud hacia el progreso del medio ambiente, que se pueden lograr con un adecuado programa de educación ambiental desde los zoológicos locales.

Desdichadamente, la mayoría de los zoológicos de los países en desarrollo lucha por sobrevivir y no cuenta con los recursos para manejar esta responsabilidad. En los últimos 5 años, la Organización Mundial de Zoológicos, a través de su Comité para la Conservación y Cooperación Internacional, ha donado más de cien mil dólares para programas de entrenamiento en zoológicos en países en desarrollo.

Este siglo será la última oportunidad para realizar cualquier esfuerzo para formar una cultura ambiental. Una de las formas más lógicas y económicas para conseguirla es a través de programas de educación ambiental entre sus millones de visitantes.

Si los zoológicos claman por ser un sustituto para la vida salvaje, entonces sus administradores tienen la responsabilidad de ofrecer a los animales un medio ambiente que reemplace su hábitat natural. Por ello, en los últimos años, muchos zoológicos han rediseñado los ambientes, cambiando el obsoleto concreto y las jaulas con barrotes, por mejores hábitats, con ondulantes terrenos y estéticamente confortables para los requerimientos de los animales.

Firmas de arquitectos que se especializan en diseño de zoológicos se establecieron en las más grandes ciudades del mundo y una nueva industria tiene forma, como resultado directo de tendencias modernas en el desarrollo de zoos. Así, ahora es posible construir forestas tropicales en áreas con temperaturas bajo cero, o hábitats de ártico en países tropicales, es posible mantener acuarios marinos a miles de kilómetros de la costa, o exhibir animales nocturnos durante las horas del día.

d). Investigación: los programas de investigación en los zoológicos cubren un amplio ámbito de tópicos. En los últimos años se ha dirigido la atención hacia la biología reproductiva como una herramienta de manejo para la conservación y preservación de especies amenazadas. Reproducción artificial y preservación bio – tecnológica que se usa como soporte de la conservación, pueden constituir una oportunidad para evitar que desaparezcan especies en vías de extinción.

El concepto de “zoológicos congelados” refuerza un sentimiento de alivio, tranquilidad, sabiendo que esas especies que podrían extinguirse en su medio natural, podrán reproducirse en los laboratorios décadas más tarde.

Descubrimientos en dietas, psicología animal, endocrinología, vitrofertilización inter e intraespecíficos, trasplantes embrionarios y los más recientes estudios en moléculas ADN contribuyen a mejorar el cuidado del animal. La investigación se convierte rápidamente en un componente indispensable del manejo de los zoológicos.

e) Conservación: para comprender la contribución de los zoológicos en la



*Instante en que un leopardo es revisado del corazón antes de ser sometido a una operación de rutina. La seguridad con que se procede a este tipo de intervenciones provee confianza en los resultados de cada operación. Foto: cortesía del London Zoo.*

conservación de la bio – diversidad, es necesario hacer un rápido análisis de lo que sucede en el mundo.

La proyección para el nuevo milenio de acuerdo a la integridad del sistema natural de la Tierra es incierta. 25% de todas las especies de aves han sido conducidas a la extinción durante los últimos 200 años; 11% de los pájaros, 18% de los mamíferos, 5% de los peces, 8% de las plantas terrestres están ahora seriamente amenazadas de extinción, 90% de los rinocerontes negros han sido aniquilados en los últimos 18 años, y un tercio de las 266 especies de tortugas del mundo están amenazadas de extinción.

La deforestación en los bosques tropicales de Brasil y África, ha alcanzado críticas proporcionales. Esta deforestación que se va incrementando causará la extinción de miles de especies animales que dependen de estos hábitats.

La destrucción de nuestro medio ambiente está en correlación con las densidades humanas.

Los zoológicos en numerosas ocasiones<sup>51</sup> han demostrado su habilidad para proteger



especies en extinción, con sus exitosos programas de conservación ex situ.

### 3.1.3 Valor de un Zoo para la comunidad

La carga social y económica que representa un zoológico hoy para la sociedad se puede precisar en las siguientes premisas:

- a) Cultural: un zoológico bien balanceado en su oferta enriquece más que un solo museo de historia natural, o jardín botánico u otras organizaciones cívicas.
- b) Turística: los zoológicos representan un punto de gran interés para turistas que visitan una ciudad. Las estadísticas demuestran que la pregunta más probable de un visitante es “¿cómo puedo llegar a un zoológico?”
- c) Relaciones públicas: una adecuada publicidad de un zoológico puede contribuir a un prestigio alto para una ciudad que lo aloje. Otorga a sus habitantes un estatus de cultura y educación así como un adecuado respeto por el medio ambiente que lo rodea.
- d) Económico: una institución que atrae mensualmente cientos de visitantes que reportan ingresos significativos para la ciudad. Los mismos que se revierten en mejoras del propio zoo así como contribuciones al estado. De igual manera, las actividades que de ella se generan posibilitan a la población una ocupación laboral dirigida a atender necesidades flotantes y perennes de los visitantes del zoo.

*Visitantes del CER HUACHIPA en Lima, Perú. Los visitantes que acuden a un Zoo son diversos y todos proveen ingresos económicos que, bien manejados, ayudan al mantenimiento de las especies y su cuidado.  
Foto: Gustavo Suárez.*



### 3.1.4 Exigencias para la tenencia de animales cautivos

La remoción de un animal de su hábitat natural impone ciertas obligaciones morales para los directivos del zoo. Inclusive, los certificados de sanidad otorgados con motivo del traslado de un animal a un zoo, implican responsabilidades como:

- El bienestar del animal,
- Justificar el valor de la necesidad de exhibición por parte de la institución,
- Posibilitar la opinión del público como de la institución como parte de los cuidados que el animal requiere.

Consideraciones que cada día cobran más importancia como factores que ayudan a decidir la inclusión de nuevas especies dentro de un zoo.

### **3.1.5 Esquemas de organización**

Las siguientes categorías descritas representan más conceptos de planificación que distribución de servicios.

La clasificación de un zoológico depende mucho de la organización que adoptó desde sus orígenes hasta hoy.

Definitivamente, el tema de la ubicación de las actividades estructurantes y de la infraestructura se acomoda a las circunstancias que plantea el Plan Maestro.

En la actualidad, un Plan Maestro no sólo prevé un esquema de desarrollo sino plantea las posibilidades de organización que con el tiempo el zoológico adopta desde sus inicios.

Un zoológico puede ser clasificado sobre la base de la disposición temática de exhibición para las especies que alberga. Esta disposición está estrechamente ligada al concepto del Plan Maestro y el punto objetivo que persigue.

De esta manera, una disposición geográfica puede diferir de otra similar con solo buscar mostrar una colección de especies, lejos de mostrarlos en simbiosis con su medio y semejantes.

#### **3.1.5.1 Disposición sistemática**

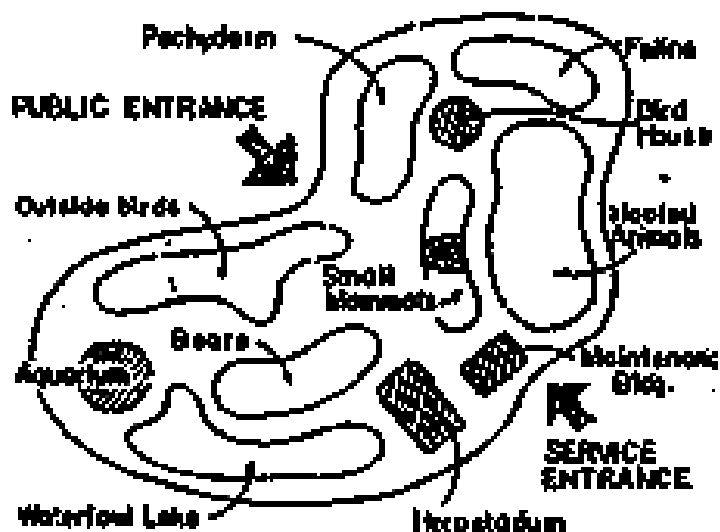
Los parámetros de exhibición se rigen por la taxonomía o relaciones de especies similares. De esta manera encontramos felinos en una, osos en otra, por otro lado los mamíferos sin distinción o aves en otras. Históricamente, los primeros zoológicos se caracterizaban por inducir a la observación pasiva de estas especies, desde un observatorio diseñado para el caso.

Uno de las ventajas distintivas de la disposición sistemática es la oportunidad de enfatizar las diferencias y similitudes entre especies definidas de un grupo de animales.

Una disposición enteramente sistemática puede resultar en una monotonía agobiante, tanto para las especies como para los observadores. De hecho, cuando el visitante es confrontado con especies animales del mismo grupo como monos, gatos, osos, etc., la relativa similaridad en estos animales tiende a inhibir el interés por la contemplación. La

atención suele desplazarse hacia los miembros más espectaculares de la especie en detrimento de los menos favorecidos. De lo que se trata es de tratar de mantener siempre la máxima atención por la diversidad de especies atendiendo las particularidades de cada una.

La necesaria construcción de ambientes destinados al albergue de estas especies, en interacción con la disposición espacial de las zonas logra que la disponibilidad del espacio se delimite de antemano



### 3.1.5.2 Disposición geog **DISPOSICION**

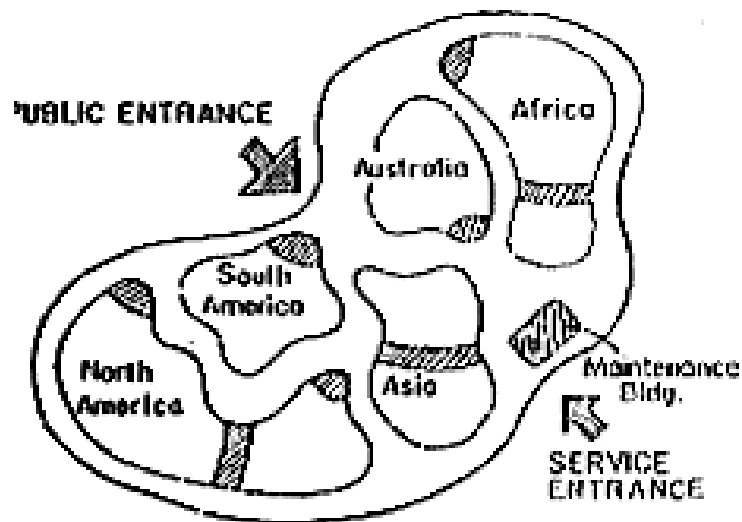
El acondicionamiento del hábitat original de la especie según la zona geográfica a la que pertenece, Africa, América del Sur, etc. supone que la disponibilidad del espacio debe ser manejada según necesidades de comportamiento por especies. Prácticamente, esto no limita las posibilidades de recreación paisajísticas en pro de ofrecer al visitante una ilustración fiel del modo de vida y comportamiento del animal en cuestión.

La disposición geográfica muestra la flexibilidad necesaria para espacios regionales o continentales según se disponga del espacio necesario.

En este modelo de organización, los límites territoriales se establecen con ayuda de líneas de defensa basándose estas en un estudio de comportamiento para cada especie.

El mantenimiento de las áreas gira en base a proveer de los recursos necesarios para que tanto flora como fauna se desarrollen en equilibrio.

Con mucho de las aparentes ventajas que supone una exhibición “natural” de las especies, este sistema encontró muchas trabas iniciales para su actual utilización.



**DISPOSICION GEOGRAFICA**  
**Zoological Park**

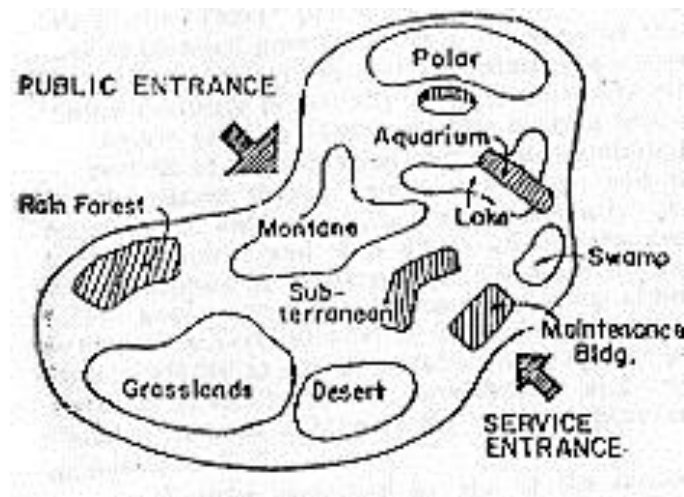
### **3.1.5.3 Disposición por Hábitats similares**

La disposición por hábitats similares nos posibilita la reunión de especies distintas pero con necesidades ecológicas similares.

La exhibición de especies por hábitat ha estado siendo practicada por años en acuarios principalmente donde los requerimientos de similitud de especies para recrear un espacio específico propiciaron este modelo.

El potencial educativo y popular de este esquema es altísimo. Enfatiza la simplicidad de un espacio que reúne características de hábitat ideal para una serie de especies que pueden compartir un espacio en condiciones de igualdad impresionantes.





### DISPOSICION POR HABITATS

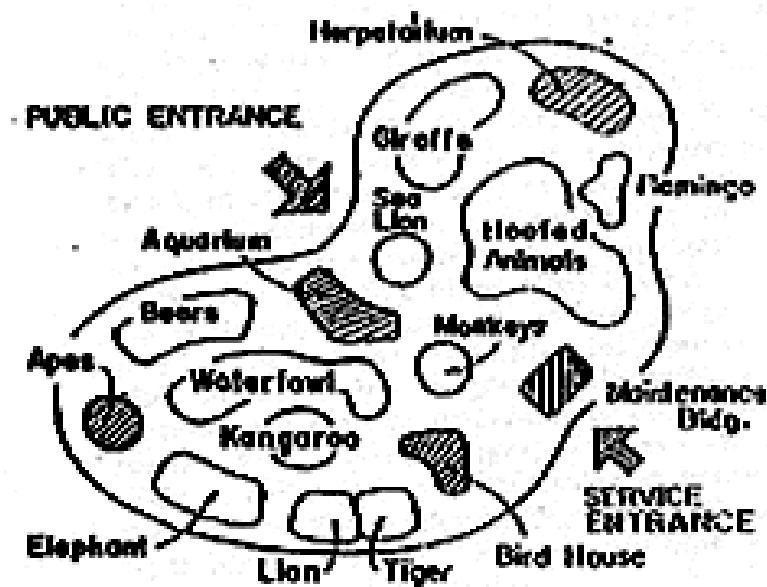
#### 3.1.5.4 Disposición “popular”

Algunos zoológicos, particularmente los pequeños que no disponen de mucho espacio y cuentan con pocas instalaciones de servicios a los visitantes optan por esta clasificación donde los animales son presentados en forma didáctica y en estricta disposición educativa.

Sus parámetros de exhibición escapan a diferencias geográficas o de tamaño entre las especies. La siguiente podría ser una lista adecuada de agrupación para una exhibición popular de especies:

<u>Mamíferos</u>	<u>Pájaros</u>	<u>Reptiles</u>	<u>Varios</u>
Girafas	Monos	tucanes	acuarios
Canguros	Osos	aguilas	B-B Zoo
Camellos	Flamingos	Herpetarios	Isla de monos
Zebras	Pinguinos	Tortugas gig.	monte de
Elefantes		cocodrilos	Leones
Leones		Iguanas	





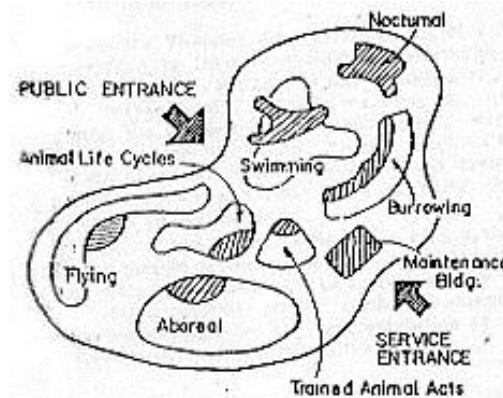
DISPOSICION  
POPULAR  
**Zoological**

### 3.1.5.5 Disposición por costumbres

Esta relativa inexplorada manera de exhibir especies tiene un alto potencial de exhibición.

Nos brinda la posibilidad de agrupar los animales nocturnos de los diurnos, así como los de costumbres definidas en espacios dedicados única y exclusivamente para este comportamiento. No ofrece tanta flexibilidad como la disposición por hábitats pero comparte ciertas características en cuanto normas de comportamiento se refieren.

Tenemos las especies voladoras, las nadadoras, los nocturnos, etc.



**DISPOSICION POR  
COSTUMBRES**

### 3.1.6 Condicionantes Para Ambientación De Hábitats

En general existen tres variables básicas para componer un espacio ecológico o hábitat de una animal para ser contemplado:

- El animal, sus características.
- El espectador, su curiosidad y
- La relación entre ambos.

Ciertamente, las necesidades de un animal están por encima de las dos siguientes. Como quiera que dependiendo de las características y necesidades de espacio o de hábitat de un animal se establecen las pautas de aproximación visual a la especie. No debe olvidarse que las características entre especie y especie varían enormemente. Todas las razones de exhibición deberán estar sopesadas con las necesidades de limpieza, mantenimiento, alimentación y monitoreo de la especie.

En orden de prioridades los siguientes factores deberán ser tomados en cuenta para cada especie:

**El tamaño:** principalmente referidos no solo al tamaño físico sino a la clase de actividad que realiza como parte de su rutina y establecimiento de su espacio territorial. No olvidemos que los animales son de carácter unívoco mientras el hombre se caracteriza por ser equívoco, es decir, un animal se identifica claramente con un tipo de comportamiento que lo fija en una especie y familia definida; el hombre puede adoptar muchas facetas a lo largo de su vida y de su comportamiento.

**La forma:** derivada del despliegue de actividades y de toda su capacidad física y psicológica. Algunos animales acusan pánico y estrés ante las multitudes y la necesidad de rincones para guarecerse se hace obligada, otros no los necesitan aun cuando no soportan multitudes curiosas que las observan e interrumpen dentro de sus dominios.

**Orientación:** la orientación debería estar regida por factores de referencia y seguridad para el animal en primer lugar, luego para el espectador que, a fin de cuentas, puede seguir un sendero ondulante que lo lleve a nuevos hábitats. Por lo general se suele ofrece la parte más alargada de un espacio a la función visual del espectador aunque, en los zoológicos modernos se prefiere introducir al espectador al hábitat mismo del animal.

**Materiales:** deberían ser seleccionados específicamente para cada especie en particular y en base a características de porosidad, durabilidad, maniobrabilidad, trabajabilidad, costo, toxicidad, tamaños estándares, formas especificaciones técnicas y resistencia al trato no sólo de los espectadores sino al de los animales quienes no miden el riesgo que implica destruir paulatinamente barreras o elementos de paisajismo para satisfacer sus instintos naturales. De igual manera, el tipo de materiales de limpieza que requieren algunos productos, dado que la exposición del material constructivo a agentes atmosféricos y ácidos animales demandará de una limpieza constante.

**Seguridad:** adecuadas medidas de seguridad deberán ser tomadas para evitar fugas sean estas provocadas por causas animales, por vandalismo o error humano. La

exhibición y el grado de aproximación del público deberán estar controladas por barreras de seguridad y el manejo de los desniveles.

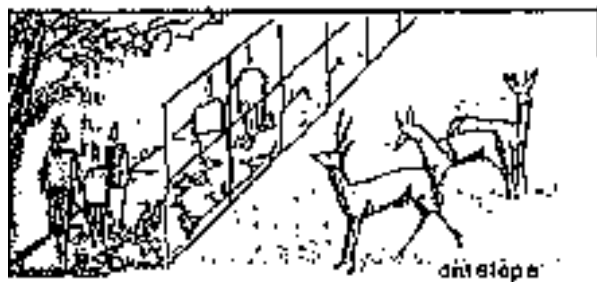
**Paisajismo:** todos los elementos de acondicionamiento ambiental estarán dirigidos en primer lugar a la satisfacción del animal y en segundo a provocar la buena impresión necesaria para que el espectador se lleve lo mejor. Ejemplos como plantas, árboles y rocas (reales o artificiales), objetos naturales y artefactos nativos pueden ser usados con imaginación para lograr un buen efecto. Todo en pro del bienestar físico, biológico y psicológico del animal

**Barreras:** dependiendo de la naturaleza del animal, muchos tipos de barreras pueden usarse para separar al público del animal. Por razones estéticas, las barreras físicas son desagradables pues establecen límites obvios a cumplir y recortan abruptamente la aproximación. Muchos zoológicos prefieren las barreras geográficas manipuladas con el fin de provocar la contemplación a distancia. Se pueden citar las siguientes barreras:

- Mallas metálicas
- Rieles
- Setos o fuentes de agua
- Barras
- Muros bajos
- Vidrio
- Barreras psicológicas (como las luminosas para las aves nocturnas)
- Eléctricas
- Térmicas.

**Nivel de observación:** dependiendo del tipo de animal sea este terrestre, acuático o aéreo se procede a ubicar el punto o puntos de observación para el espectador. Muchos animales dan muestras de estrés a la observación desde un nivel alto respecto a él, en cambio su curiosidad aumenta si el punto de observación se ubica por debajo de su propio nivel de dominio.

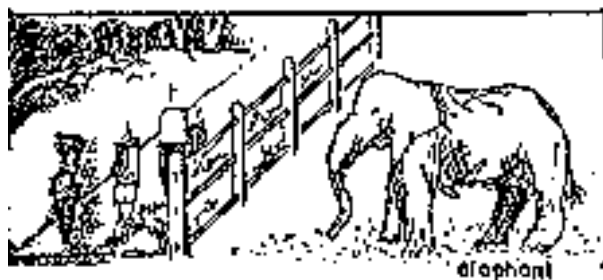
**Iluminación:** la iluminación juega un papel importantísimo sobre todo para el caso de exhibición de ejemplares de vida nocturna o que prefieren la oscuridad. Tal es el caso de las lechuzas quienes de día duermen y de noche vuelan o sino de los peces de las profundidades quienes sueltan destellos sólo en la oscuridad que los alberga.



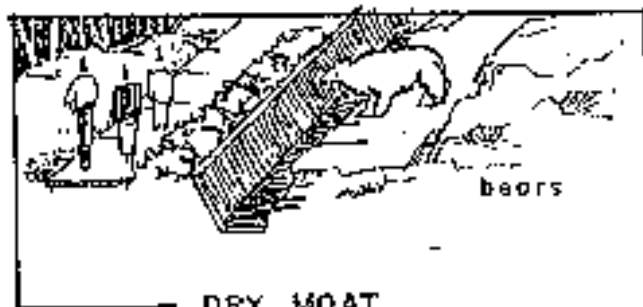
FENCING



BARs



RAILs



DRY MOAT



VERTICAL WIRES



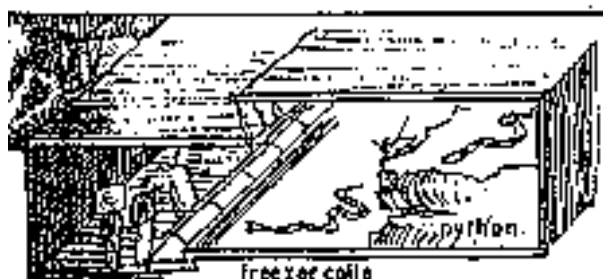
GLASS



PSYCHOLOGICAL



ELECTRICAL



THERMAL



WET MOAT

Gráfico que muestra los distintos niveles de disuasión para aislar especies animales de humanos. El empleo de cada una dependerá del tipo de enfoque que se adopte para la exhibición de determinado animal. No se puede generalizar en el empleo de una sola por muy económica que resulte una idea. Lámina tomada del libro *Zoological Park Fundamentals*. (ver bibliografía)

### 3.1.7 Tipos De Enfoque Para Exhibición Por Hábitat

Aunque en los últimos 40 años se ha estado viendo progresos en cuanto al tratamiento del medio ambiente de las especies, todavía queda rezagos de lo que fuera la idea primaria de ser un mostrador de especies salvajes en cautiverio. El show pasó a significar más un circo donde los ejemplares sufrían de estrés y no como un acercamiento del hombre a la naturaleza.

Actualmente, los espacios ecológicos cuentan con la asesoría de especialistas en paisajismo con lo que el tratamiento del medio alcanza cotas de realismo y sobre todo estímulo para el ocupante. Un punto muy importante es el lograr que el animal no se acostumbre a una vida, que por claro que sea en cautiverio, fácil que le reste potencia muscular y actividades que hacen de él la atracción. No todas las especies tienen la misma tendencia desarrollar el estrés o enfermedades síquicas ni todas la alcanzan bajo los mismos patrones. Para efectos de lograr una reproducción fiel y auténtica del lugar de origen de la especie se necesita de la asesoría no sólo de especialistas en el manejo de animales sino también en manejo de recursos artificiales que proporcionan los efectos deseados, llámense especialistas en aire acondicionado, ventilación, calefacción, nutricionistas, veterinarios, psicólogos, biólogos, ingenieros y arquitectos paisajistas y constructores.

El empleo de las barras de acero y el concreto de manera generalizada deja el paso a materiales como el vidrio, la fibra de vidrio, las mallas metálicas o neumáticas para lograr formas y amplias coberturas que se integren al paisaje y a la naturaleza en lugar de someterlo.

En consideración a los tipos de exhibición, los principales son:

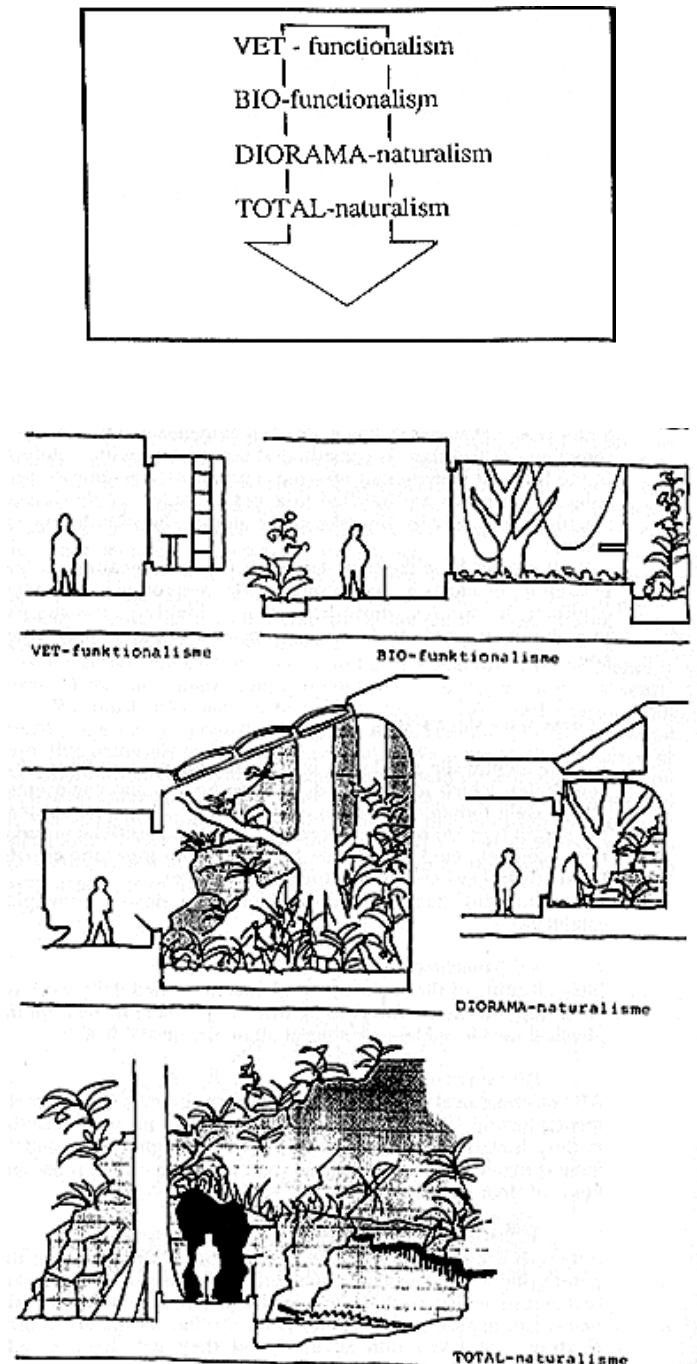
- **Vitrina- funcional:** fácil limpieza de los ambientes y comodidad para llevar a cabo las rutinas diarias de trabajo. Se presta bastante atención a la salud física de los animales no así a la salud mental de los mismos.
- **BIO – funcionalismo:** todos los aspectos biológicos del zoo son tomados en cuenta; tanto físicos como mentales. No hay mucha preocupación para reproducir con fidelidad el ambiente original de donde proviene la especie sino procurar un espacio con cierto grado de presencia natural. La actividad del animal se relaja y para este fin se le provee de ciertos elementos como troncos que le estimulen visualmente.
- **DIORAMA – naturalismo:** se presta más atención a crear una escena natural mostrando al animal en su hábitat natural en medio de árboles, fuentes y plantas. Los aspectos veterinarios y de trabajos de limpieza al ambiente son tomados en cuenta pero estos se adaptarán a la configuración natural del medio diseñado y no de otra manera.
- **TOTAL – naturalismo:** este adopta los mismos principios que la anterior, pero ahora el paisajismo se extiende en sus conceptos para incluir ahora al espectador dentro del área de diseño

Hoy la mayoría de los zoológicos calificados como BIO-Funcionalistas están transformando sus instalaciones hacia el campo del naturalismo. Gracias a la toma de

conciencia lograda por medio de campañas de grupos conservacionistas y de defensa del medio ambiente. De igual manera, la falta de espacio ha empujado a quienes se ocupan de ofrecer un nivel adecuado de los zoológicos a desarrollar nuevos mecanismos que enriquecen el diseño de un ambiente.

Los nuevos mecanismos sirven básicamente para dos propósitos: mantener la actividad de los animales y proveer a los visitantes de ejemplos exactos del comportamiento del animal en su propio medio.

Esto ha dado paso a la siguiente generación de zoológicos, los que a falta de espacio, suplen la carencia con innovaciones que estimulan al animal a desarrollar una vida tan igual a la que desarrolla en su medio para conseguir su propio alimento. Esto da paso a lo que se ha venido a denominar los **Techno- Zoos**.



### 3.2.1 Definiciones:

El propósito de un plan maestro es proveer de una pauta de trabajo sostenible y lógica al ritmo de crecimiento de un zoo. Más que una forma de trabajo a largo plazo, detalla los planes locales de incorporación de futuros ambientes así como un estudio prudente de optimización de los mismos según la época o tendencias usadas al momento.

El plan maestro debería identificar todas las opciones viables que un terreno posibilita, las mismas que pueden disponerse dentro de un lapso de tiempo razonable a inversiones y estudios de incorporación de nuevas especies o actividades estructurantes que vayan definiendo una secuencia lógica y sostenida para el crecimiento del zoo.

### 3.2.2 Características:

La gran utilidad que representa un plan maestro, para definir un partido exitoso le otorga características claras y precisas:

- a) La palabra clave de todo este asunto es la flexibilidad,
- b) Un plan maestro no debe ser detallado al máximo, debe presentar direcciones generales y objetivos precisos de configuración espacial,
- c) Debe identificar prioridades a corto y largo plazo, basarse en ellas para definir su esquema organizativo,
- d) Deberá ser técnica y económicamente viable para su incorporación paulatina al esquema urbano que la aloja.
- e) Contemplará un rango de actualidad conceptual de hasta 15 a 20 años de efectividad.
- f) Incorporará pautas de organización basadas exclusivamente en la interacción del hombre con la fauna y flora en perfecto equilibrio.
- g) El espacio es ante todo, destinado a la preservación y exhibición.
- h) La seguridad tanto de especies y sobre todo de los alrededores del espacio deben ser un tema influyente al momento de organizar los espacios.
- i) No pretender dictar esquemas rígidos de desarrollo y construcción sino, abiertos a la posibilidad de acomodarse a las circunstancias del espacio – tiempo.

### 3.2.3 Como Definir Un Plan Maestro

Una de las primeras cosas para definir qué es actualmente un plan maestro, podría referirse a la idea de un plan estratégico, estudio de viabilidad o plan de desarrollo. Cada una de estas evoca diferentes características de lo que un plan maestro debe ser.

Representan ideas básicas que un plan maestro debe indicar como una guía en el futuro pero nunca como una secuencia de pasos.

Las facilidades para visitantes, a implantar en el esquema de desarrollo espacial del zoo son un pivote importante, así como definir un área primaria que sirva de base para el posterior desarrollo, ésta es acaso una de las decisiones más importantes que influirán en un adecuado desarrollo equilibrado del planteamiento espacial. Como quiera que estas decisiones no estarán alejadas de un adecuado planeamiento y sobretodo previsiones ante cualquier cambio de rumbo.

No obstante, esta lista no incluye todos los elementos de operación, estos deben coordinarse con equipos experimentados en el manejo de áreas como:

- Manejo y coordinación de guías para visitantes,
- Programadores de educación e investigación,
- Marketing y relaciones públicas,
- Especialistas en museos y exhibición de especies,
- Planificadores en inversión.

Un perfecto Plan maestro incluye la lista anterior y ofrece perspectivas de éxito muy superiores a otra que los ignora.

No obstante, entender el proceso de concepción para un Plan Maestro desde un punto de vista meramente académico o de inversión sería un error fatal.

La base del éxito de un zoológico es proveer un nivel de experiencia inolvidable al visitante. Un primer nivel de experiencia derivados de un adecuado concepto de Plan maestro implica el descubrimiento paulatino de los espacios que ofrece la aventura por lo desconocido. Es conveniente ir implementando constantemente las atracciones del zoo así como crear un plan dinámico para transmitir la ilusión de “estar” en otro mundo.

El mejor plan identifica experiencias pasadas, las incorpora y las direcciona apropiadamente para crear la mejor de las experiencias para cada uno de sus visitantes sin descuidar el nivel de riesgo que implica esta aproximación a especies animales salvajes en cautiverio. Se deben cubrir todas las garantías posibles para los visitantes y aún, para los alrededores del zoo.

Crear un plan único y original articula y asegura la llave para ir ajustando sus cambios al medio ambiente. Un inflexible plan es un plan no usable.

Un segundo nivel de experiencias son todas aquellas derivadas de la retro-alimentación brindada por los mismos visitantes. Después de todo, el plan maestro se va implementando paulatinamente basándose en las experiencias que se busca otorgar a sus propios visitantes.

#### 3.2.3.1 Manejo y coordinación de guías para visitantes



Un buen plan maestro evalúa los requerimientos de todos los equipos que componen la parte operativa del zoo.

Por ejemplo, los guías además de mostrar un cálido nivel de receptividad, deben contar con la habilidad necesaria para conducir a sus visitantes teniendo en cuenta la salud mental y física de los animales en primer lugar.

El adecuado manejo de las salidas de escape en caso de emergencia deben estar claramente señaladas. Un desconocimiento de caracteres de comportamiento y análisis de situaciones para especies animales puede desembocar en eventos trágicos.

Del manejo adecuado de los tiempos en la distribución del espacio surgen las distintas etapas de conformación de itinerarios y zonas de seguridad o referencia espacial dentro de la inmensidad del zoo.

### 3.2.3.2 Programadores de educación e investigación

En este ítem podemos ver la importancia de ubicar correctamente las varias instituciones que trabajan para el zoo.

Se podrían interpretar como solamente un zoo, o un acuario, o una combinación de ambos y aún podrían seguir siendo considerados como un paquete educacional; un museo, un campo de investigación o una estación de laboratorio. Un plan maestro debe identificar y guiar los descubrimientos a través de sus propios espacios generados a partir de la investigación y la educación.

Si la fauna local no contempla gorilas, por ejemplo, tendría que incorporarse primero un equipo de especialistas en la materia antes de adquirir un ejemplar, esto incluye contar con infraestructura adecuada para el personal.

Existen muchas filosofías para mostrar animales, desde el mero exhibir por exhibir hasta la recreación por dioramas de especies animales. Pero, qué sería más importante para las labores del zoo sino la de causar una buena impresión a sus visitantes como para hacerlos regresar. ¿Qué mensaje se busca hacer llegar a los visitantes?, la sola presencia tecnológica sin el aval de un descubrimiento paulatino logrado que la soporte como concepto sería una interpretación superflua del caso.

### 3.2.3.3 Marketing y Relaciones públicas

Estamos aquí en un campo que es más visible tanto para la comunidad local como la regional o internacional. La clave reside en cómo es percibida la actitud del desarrollo y el enfoque que se le otorga al plan maestro con respecto a otros zoológicos que de hecho, interactúan con el nuevo.

El modo en que se direcciona los efectos del zoo, abre las puertas al intercambio de ofertas e ideas para ir supliendo carencias que van detectándose paulatinamente. De ser ignoradas estas, pueden desembocar en la pérdida de un animal muy querido por el público o de alguna especie valiosa en extinción.

#### 3.2.3.4 Especialistas en museos y exhibiciones de especies

No podemos dejar de considerar que una de las primeras áreas en ser visitadas es la de la exhibición, por lo tanto debemos considerar primero qué es lo que se desea enseñar para determinar el panorama de exhibición.

Cuando se habla de exhibición, no sólo se habla de animales sino también de plantas, artefactos y todo aquello que contribuya a impresionar al espectador.

Existen muchas maneras de lograrlo, tal vez, no sea solamente en su hábitat natural sino en condiciones de exigencia física que lo estimulen constantemente, aunque esto debería estar controlado y estudiado a profundidad para no atentar contra el animal.

Los especialistas en exhibiciones no dejan de resaltar la importancia de brindar facilidades a los minusválidos haciendo que los recorridos se piensen también en función del desplazamiento de sillas de ruedas u otro móvil que les permita desplazarse cómodamente.

De igual manera, los cuidados que se tienen para el traslado de especies animales en situación de cuidado, por medio del espacio de visitantes. No deberían cruzarse los trayectos ni divisarse a la distancia, razón por la cual, muchos zoológicos optan por el traslado subterráneo de servicios y aún especies en camillas.

#### 3.2.3.5 Planificadores en inversión.

Cuando un plan maestro no contempla etapas sucesivas de implementación espacial, pasa a convertirse en un lastre para futuras inversiones. Los costos de operación son altos y deben manejarse por tiempos y etapas de incorporación paulatina de nuevos ambientes e infraestructura adecuada.

Un ejemplo se puede citar en el caso de que por falta de estrategia se proceda a remodelar un espacio habitable antes de construir otro que cuenta con el soporte operativo.

Luego el impacto que produce la imagen del zoo a los visitantes se traduce en espacios vacíos que no generan retorno de capitales.

Desde la palabra “vamos”, el concepto del Plan Maestro ha pasado por una mirada de experiencias para cada equipo. Estos, reunidos en una sola agrupación evalúan objetivos y sopesan prioridades que a larga le dan la orientación a la idea que busca vender el proyecto.

Los muchos objetivos que persigue hoy un zoológico van desde lo natural hasta su influencia con el concepto de ciudad así como la interacción que de estos nace.

Por sobre todo de esto, no debe dejar de visualizarse la búsqueda de lograr la mejor de las experiencias e impresiones para el visitante y su posterior desempeño en la sociedad.

#### 3.2.4 VARIABLES DE DISEÑO PARA UN PLAN MESTRO

Si bien las tareas que ocupan el mantenimiento de un zoo son múltiples y complejas, estas se pueden agrupar en variables de comportamiento que orientan la conformación espacial al momento de elaborar el alcance de un Plan Maestro. Las más notorias son:

##### 3.2.4.1 El Clima

Sin duda la variable que mayor cuidado requiere para ser mantenida acorde a los requerimientos de cada especie.

Desde la ubicación de los terrenos del zoológico se puede avizorar el porcentaje de inversión destinada a recrear cada micro - clima para cada hábitat por animal. Dependiendo de si este se localiza en zonas extremadamente frías o extremadamente calurosas o con cambios bruscos de temperatura al día. Aunque hoy día se pueden recrear climas totalmente opuestos dentro de zoológicos en cualquier parte del mundo, esto supone un fuerte gasto que sólo la demanda del animal por espectador lo puede solventar. Muchas veces la variable del clima decide qué tipo de especie se debe escoger para exhibir.

El clima se ve afectado por condiciones de:

<u>Condicionante</u>	<u>Tipo de influencia</u>
• De temperatura	: altas concentraciones de calor. Sequedad corporal
• de viento	: transporte de olores entre especies distintas.
• de polvo o arena	: Acumulación dañina de arena en hábitats.
• de humedad	: Saturación corporal de algunas especies.
• Dotación de agua.	: Disposición de redes y de lagunas
• de tipo de suelo	: Distribución de flora con seguridad de éxito.

Si se estudia una correcta disposición, ventilación y en algunos casos con ayuda de aire acondicionado, estufas; se estará evitando posteriores casos de deshidratación, estrés, saturación por humedad o problemas de exitamiento de animales depredadores ante el olor de animales menores.

##### 3.2.4.2 El transporte de público

Cuando el transporte de público se piensa en base a los sectores que comprende un zoo, se está asegurando un factor de dispersión equitativo y solamente afectado por la calidad de presentación de un sector específico.

El manejo de los tiempos y de las actividades que generan los recorridos es importante. Para empezar, la red de locomoción de personas debe estar pensada para llegar por etapas a un sector específico, a menos que se disponga de transporte masivo y rápido que se ocupe de ello, de manera que la aproximación se vaya matizando con el descubrimiento sorpresivo de parajes inesperados, recuerde siempre que el factor impresión siempre debe estar por delante.

El equilibrio de su trazado debe contemplar su pase por zonas que alimenten la curiosidad, no entregar todo el espectáculo de manera violenta sino gradual.

Se debe disponer de por lo menos dos categorías de vías (no me refiero a la de servicio) Una exclusiva de movilización a pie y otra de vehículos especializados de baja velocidad.

Muchos zoológicos se organizan sobre la base de una columna vertebral que alimenta las secundarias y aun estas entregan su caudal humano a puntos de concentración que sirven como referencia espacial a quien se encuentre “perdido” en el trayecto.

El sistema de evacuación se desprende de la organización de la red. No debe jamás cruzarse con el sistema vial de servicio o transporte de animales razón por la cual, muchas veces se prefiere soterrar algunas vías o tramos de estas.

#### 3.2.4.3 El transporte de animales

De tiempo en tiempo se hace necesario mover especies de un lugar a otro, sea por razones médicas, administrativas o por remodelación de espacios.

Este debe ser rápido y eficiente, no debe cruzarse con el sistema de transporte público y debe estar conectado de manera equidistante con el centro de atención médica del zoológico. Nunca se sabe cuando la remoción de un animal se puede ver estropeada por la conducta del ejemplar o la supervisión de un veterinario se haga necesaria. El ancho de vía se prevé en función del tamaño máximo de los ejemplares y el vehículo de transporte, muchas veces son grúas tiradoras. La vía puede estar compartida con la de servicio pues la frecuencia en el transporte de animales no es diaria.

#### 3.2.4.4 Las actividades estructurantes

Representan la columna vertebral de todo el recorrido. Son las que generan la traslación del público. Es decir, su sola presencia induce al visitante a desplazarse de un punto a otro atraído por las visuales y por la misma gente que se desplaza hacia el mismo punto.

Muchos zoológicos se disponen sobre la base de una dispersión de actividades que a su vez generan micro - zonas con características propias. Este sistema se logra a través del tiempo cuando la envergadura del sitio es tal que se dispone el crecimiento por etapas o sino; cuando el área de diseño es pequeña, en este caso la separación de actividades se hace factible tanto económicamente como espacialmente. La dimensión tiempo en la longitud de un trayecto se mide por el grado de atención que un visitante le otorga al paisaje o a las instalaciones del zoo. No se debería provocar grandes recorridos sin

presencia de espectáculos naturales que alimenten la espera, a menos que la idea sea la de provocar un estado de angustia colectiva “vigilada y estudiada” para producir el quiebre de la monotonía, pero en estos casos el factor sorpresa depende de por cuánto tiempo los visitantes recordarán el tipo de sorpresa que se estudió para que esta no pase a ser una más de la rutina de visita a un zoo.

La disposición de facilidades como restaurantes, posadas, miradores, paseos o campings debe atenuar la fatiga mental de observar solamente eventos, estas se piensan en factor de provocar una participación del público en la satisfacción de sus propias necesidades.

Entre las actividades estructurantes que mayor volumen de gente desplaza tenemos:

- Servicios al usuario (parqueo, sshh, alquiler, informes.)
- Contemplación (miradores, paseos, hábitat de animales)
- Alimentación (restaurantes, fast-food, picnics.)
- Diversión (juegos, paseos, safaris, acuarios.)
- Hospedaje (bungalows, hoteles.)
- Descanso (parques, plazoletas)
- Recreación (campos de expansión, juegos mecánicos)
- Educación (museos, salas de exposición)
- Socialización (auditorios, pérgolas, anfiteatros.)
- Deportiva (campos de golf, fulbito, voley)
- Mantenimiento (administración, hospital de animales, equipamiento)

### 3.3.0 ANALISIS TIPOLOGICO

#### 3.3.1 Definición

**El grado de organización alcanzada por algunos zoológicos del mundo, está en relación con el grado de desarrollo y sensibilidad hacia lo natural y la abundancia de recursos que permiten implementar constantemente la oferta a los visitantes por medio de programas nuevos y actividades de proyección que involucren cada vez más a la comunidad.**

Sin embargo, el buen desarrollo de un Zoo depende en gran medida del espectro que una VISION OBJETIVO cubre. Esta se materializa en el documento más importante en la gestación de un Zoo: el PLAN MAESTRO, que orienta la evolución y direcciona las capacidades de implementación. Las mismas que se van estructurando con vías, nuevos espacios y ambientes que se amarran unos a otros por medio de actividades estructurantes, estas últimas importantes para poder manejar los tiempos de recorrido, adaptándolos a la escala de recorrido humana y lograr un ritmo de marcha que facilite el aumento del ingrediente sorpresa en la visita a un Zoo.

#### 3.3.2 Descripción del método

Se procedió a separar por capas cada una de las actividades que normalmente rigen la elaboración de un Plan Maestro, obviamente no se puede plantear un mapa de estado financiero pero si se puede mostrar un plano de zonificación, un plano de vías y un plano de conjunto.

**A partir de ellos se puede analizar la manera en que cada uno se van encadenando. Esquemas sencillos que montados uno tras otro logran el resultado de lo que finalmente se busca: otorgar a los animales un medio saludable y causar una buena impresión al visitante.**

**El esquema de análisis es sencillo:**

- Plan integral
- Plano de vías
- Plano de sectores

#### 3.3.3 Relación de zoológicos

- The Birmingham Ecoplex, Concept Master Plan, Alabama  
CLRR, Inc. Philadelphia  
Nevin Lash, Project Manager
- The New HOPE ZOO  
Development plan, Kingston, Jamaica  
Ursa International  
Ian Gage, Project Manager
- Bioparco Zoo, Master Plan  
Rome Zoo, Rome, Italy  
Ursa Internacional  
Giacomo Bessio, Architect
- Atlanta Zoo, Redevelopment  
CLRR, Inc. Philadelphia  
Nevin Lash, Project Manager

### 3.3.3.a THE BIRMINGHAM ECOPLEX

**El Birmingham Ecoplex is un concepto para una “cuarta generación” de parques zoológicos conservacionistas por encima de los 300 acres (12000 has.) de desarrollo sostenido.**

Este está diseñado para proveer el espacio suficiente y las oportunidades topográficas para el desarrollo de las especies así como inducir a un estímulo permanente de las especies con su medio. La interacción entre hábitats está pensada para otorgar una secuencia de rotación diaria que los propios animales diseñan por medio del reconocimiento de su espacio territorial.



*En el Birmingham Ecoplex, los hábitats están compartidos por especies afines y no predadoras entre si.  
Fotografía tomada de la página Web del Zoo.*

**El parque está diseñado como una serie de recorridos donde destacan:**

- Ruta ecológica (educacional)
- Ruta americana (especies nativas)
- Ruta africana (especies exóticas)
- El safari (sistema de transporte)
- Alojamiento de visitantes
- Zonas de servicio

Sistema espacial de organización y recorrido

**El esquema de recorrido se basa en un espacio central que utiliza las especies exóticas como pretexto de recorrido. El African Kopje reúne a las especies de mayor demanda por los visitantes y se le acondiciona en el espacio central para colgar a su alrededor los demás puntos de interés del zoo.**

**Sobre la base de este espacio, se subordinan espacios como el Recorrido ecológico, que, dispuesto a la entrada del trayecto se relacionan funcionalmente con la zona administrativa. La reciente disposición de este espacio se debe a la importancia cobrada por la ecología a escala mundial como estilo de vida y gobierno.**

Servicios de gran importancia como el parqueo y la zona administrativa, ocupan gran área del terreno. Aunque no necesariamente deben estar juntos, la fricción espacial que

produce su cercanía induce a los visitantes a relacionar los ingresos a los zoológicos con la parte más seria y menos divertida de un zoológico.

**Es importante notar además que, al final de cada racimo de ruta se ubica un centro de información adicional, el mismo que cuenta con accesos y facilidades de descanso para los visitantes otorgándoles alivio y recuperación mental para proseguir el viaje o bien para informar el carácter que asume el zoológico en esa parte del recorrido.**

### Las bolsas de recorrido

**Se les denomina así a los espacios ecológicos que resultan de la sectorización del área del terreno.**

**Representan la organización primaria del zoo y se estructura a partir de los objetivos que se plantea el Plan Maestro.**

**Compiten entre sí por alcanzar un grado de realismo óptimo para el visitante y cuentan con sus propios centros de atención a excursionistas.**

**Por lo general, cuentan con una entrada virtual que marca su inicio y otra de salida que alterna las funciones de cerrar el cordón de seguridad en caso surja una emergencia.**

**Representan para los guías y oficiales del zoo, la primera referencia espacial para actuar en casos de riesgo. Los puestos de avanzada, están intercomunicados por medio de senderos y a la vez tienen rápida salida a rutas principales de circulación. Las bolsas de recorrido marcan la pauta de ubicación para los puestos de avanzada sin los cuales, el recorrido del Zoo sería pesado y sin posibilidades de introducir con facilidad el ingrediente sorpresa o el atenuante psicológico que surge en trechos de recorrido largo.**

**Los puestos de avanzada reúnen características de socorro y comodidades que atienden temporalmente a los visitantes. Algunos pueden ser bien sencillos o complejos por su ubicación y cantidad de servicios que prestan.**

### ZOO VILLAGE

- **Parking**
- **Plaza de boletos**
- **Servicios de invitados**
- **Oficinas de administración**
- **Souvenir**
- **Entrada grupal**
- **Plaza de entrada**
- **Estación de trenes**
- **Depósito de trenes**
- **Zona de golosinas**
- **Zona de renta de carros**
- **Zona de eventos**



*Vista del ambiente principal del Zoo Village. Una rotonda que articula los espacios adyacentes de ventas y souvenirs, etc.*

*Foto tomada de la página Web del Zoo.*



## RUTA ECOLOGICA

- Zona de mamíferos marinos
- Centro educativo ecológico
- Invernadero
- Fuente de agua
- Zona de reptiles y anfibios
- Anfiteatro de demostraciones
- Bosque de primates



*Vista panorámica de la ruta ecológica. Se puede observar la presencia de un puesto de observación.*

**La facilidad de poder hilvanar con seguridad, grandes trayectos se debe en parte a la presencia de estos espacios.**

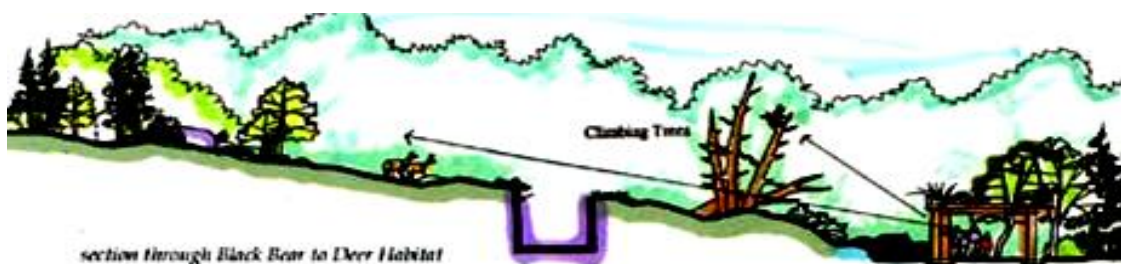
*Foto tomada de la página Web del Zoo*

## RUTA AMERICANA

- Ruta de los bosques
- Alabama farm
- Alabama swamp



*Esquema en corte que muestra la manera en que funcionan las fosas de separación como elementos de control o de barreras. El efecto de proximidad se debe a la cercanía de la fosa respecto del mirador.*



*Esquema en corte que muestra el efecto de avistamiento que produce la separación de la fosa respecto de los miradores.*  
*Página Web del Zoo.*

#### RUTA AFRICANA

- **Valle africano**
- **Predadores africanos**
- **African Kopje**
- **Sabana africana**
- **Ruta del café**

#### RUTA DEL SAFARI

- **Tren del safari**
- **Tramo de Ecoplex (firma diseñadora)**
- **Facilidades para visitante**
- **Hikings Trail**
- **Areas paisajísticas**
- **Pinturas rupestres**
- **Servicios higiénicos**



#### SERVICIOS DEL ZOOLOGICO

- **Salud animal**
- **Comisaría**
- **Cuarentenaria**
- **Oficinas de policía ecológica**
- **Mantenimiento**
- **Horticultura.**

*Vista de la zona de jaulas en la cuarentenaria del Zoo Birmingham. Estas están en estrecho contacto con la zona de control de enfermedades de cada especie.*

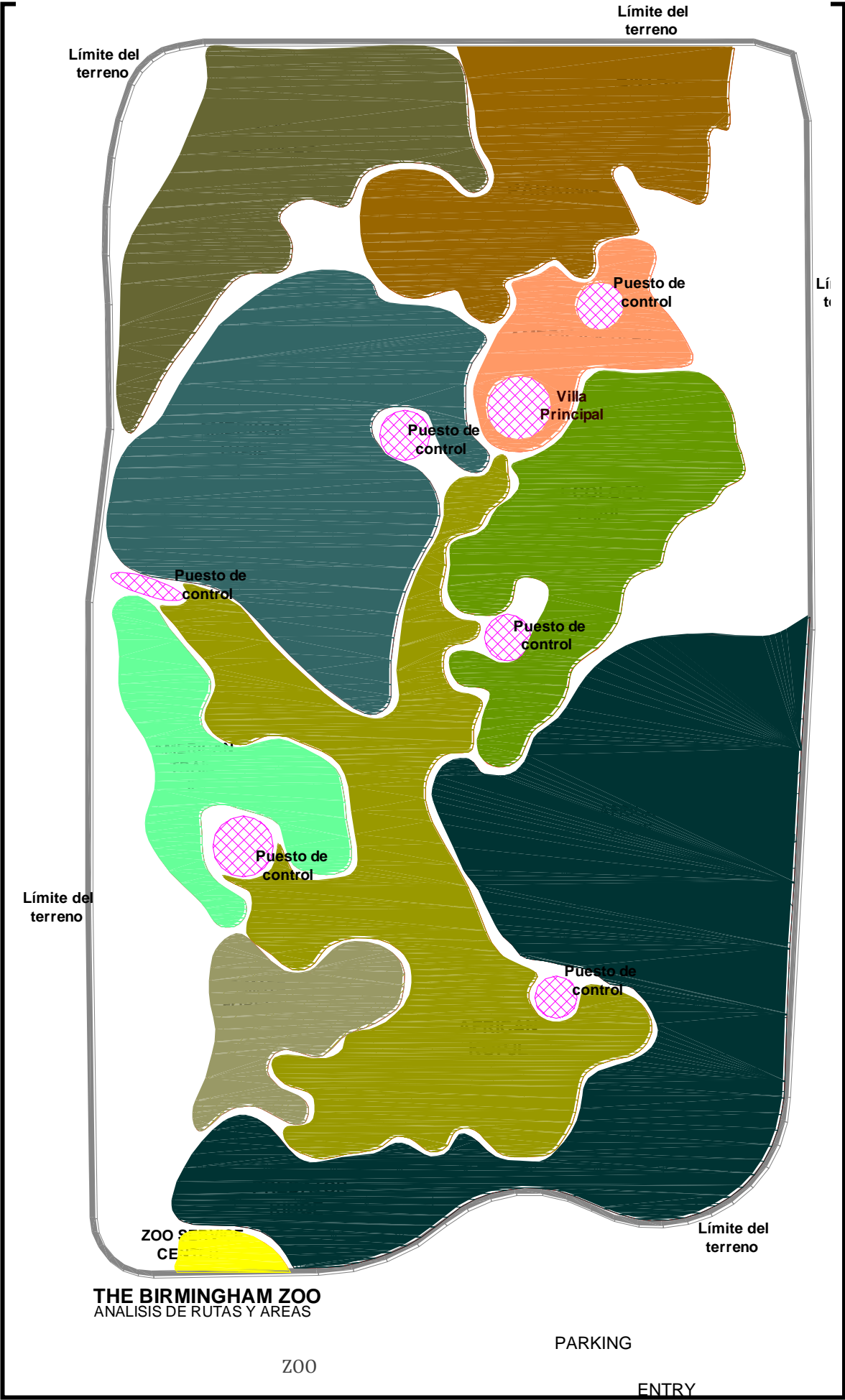
**Foto tomada de la página Web del Zoo..**

Los siguientes planos nos muestran los esquemas de configuración espacial así como el diagrama de recorridos. Un plano de conjunto nos permite visualizar el grado de complejidad que se puede alcanzar a partir de esquemas claros y definidos.

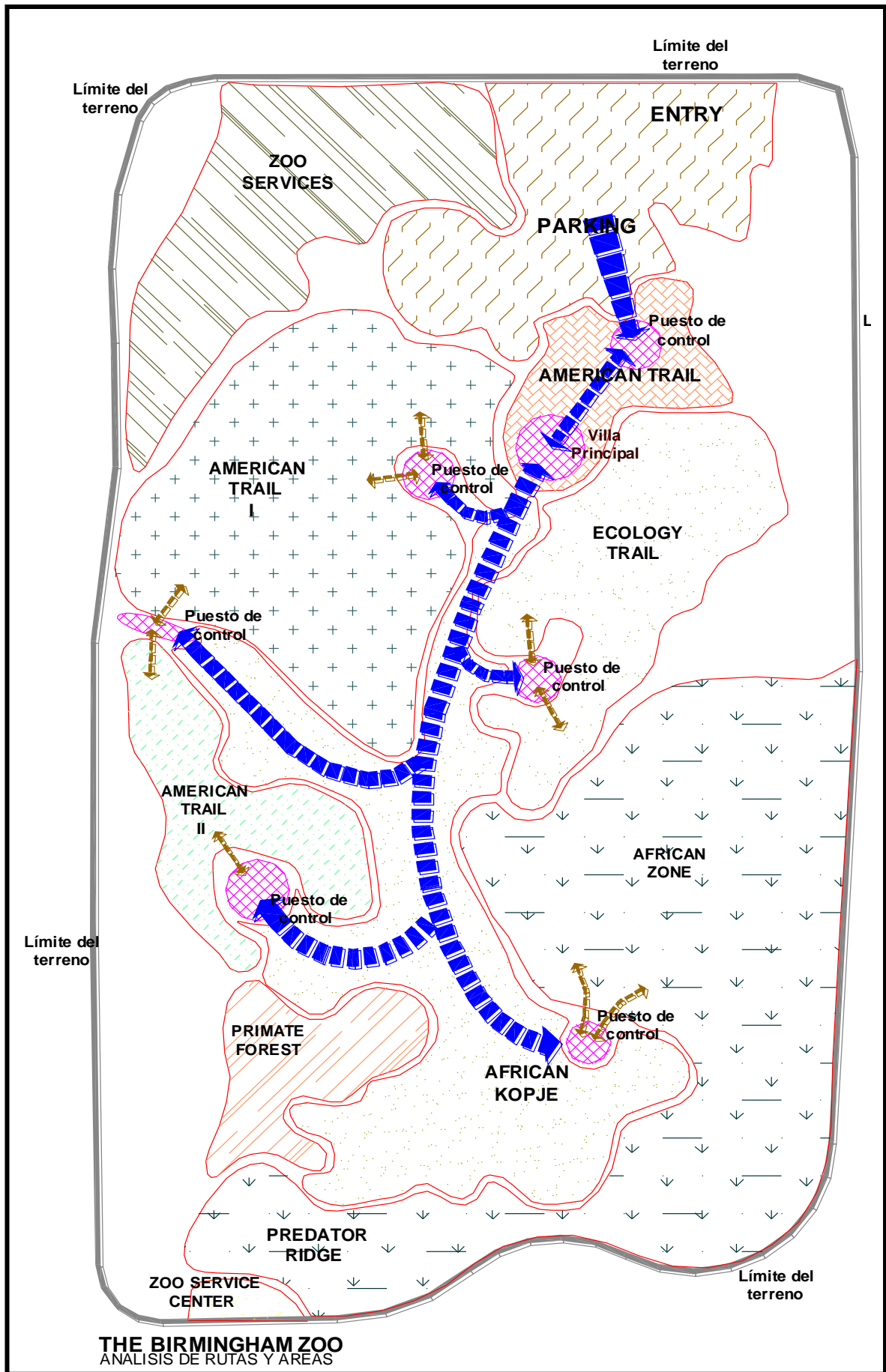




**THE BIRMINGHAM ECOPLEX**  
 Mapa final del Zoológico







### 3.3.3.b THE NEW HOPE ZOO

El siguiente Plan Maestro es el resultado de una evaluación con miras a la ampliación del antiguo Hope Zoo.

Las instalaciones antiguas contaban con un área acuática y servicios diversos como lagunas pequeñas, parqueo, y hábitats para especies dispersas en el marco de conceptos de exhibición rebasados en el tiempo y en la capacidad obsoleta del anterior Plan Maestro.

Con la posterior adición del lago mayor, se procedió a darle un carácter fuertemente definido y estructurado sobre la base de la Zona de Jamaica. Era evidente el propósito de darle prioridad a los recursos naturales oriundos del país como columna vertebral para acceder a los sectores Africanos, Jungla Americana y la zona de conservación. La zona de investigación cumple funciones afines con las de exhibición y espectáculos.

Es notoria una pequeña zona abierta a especies nuevas que necesitan ser introducidas al zoo, la zona de introducción de especies. Esta, por lo general suele destinarse a zonas apartadas del resto de animales y con miras a una incorporación paulatina a su nuevo espacio. En este caso, la zona de introducción de especies está al medio de los espacios ecológicos más importantes, como poniendo al alcance de las especies la zona que mejor acoja al nuevo visitante. Dado que no es un zoológico agrupado por especies sino por zonas geográficas, esta inclusión es posible.

El caso del New Hope Zoo es un buen ejemplo del momento en que un Plan Maestro ha devenido en obsoleto y muestra las posibilidades de re – adaptación a nuevos aires de rumbo.

Tal vez no todos sean capaces de operar cambios tan radicales como en este caso, de ahí la importancia de prever en un Plan Maestro el momento en que el tiempo diga que este ya es obsoleto y cuente con la flexibilidad suficiente para integrar correctamente modificaciones.

Estas, a su vez, se encuentran sujetas a nuevos espacios de desarrollo en el tiempo que el nuevo Plan Maestro prevea. Nunca se puede lograr el Zoo ideal puesto que se trata de un manejo constante de variables que en el tiempo pueden incluso desaparecer dando lugar a la aparición de nuevas que requerirán el espacio necesario para desarrollarse correctamente.



*Vista del complejo de entrada con los dos módulos de facilidades al visitante. Nótese que ambos no buscan ocupar el paisaje sino acoplarse a él.*

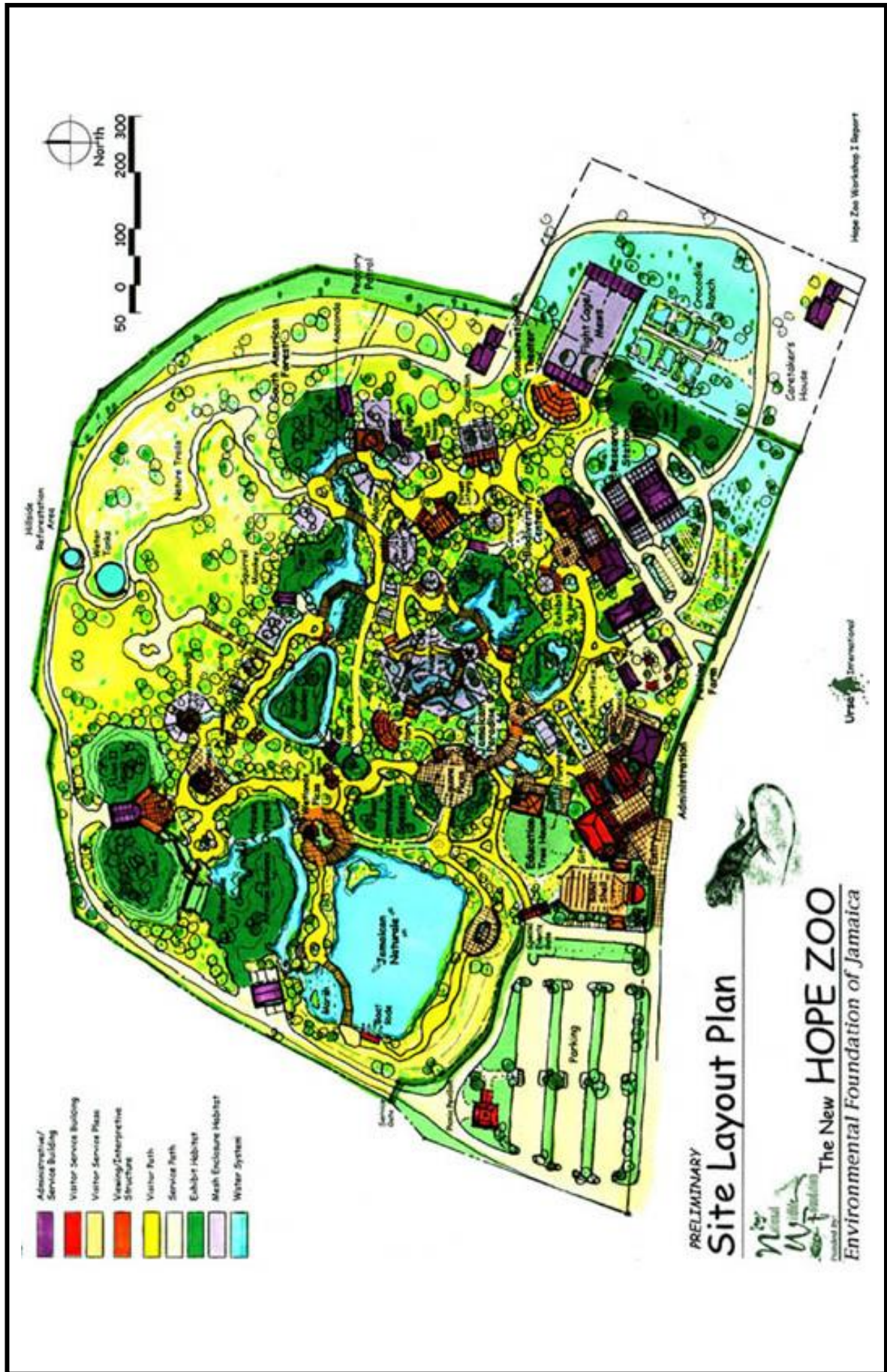
*Foto tomada de página Web del Zoo*



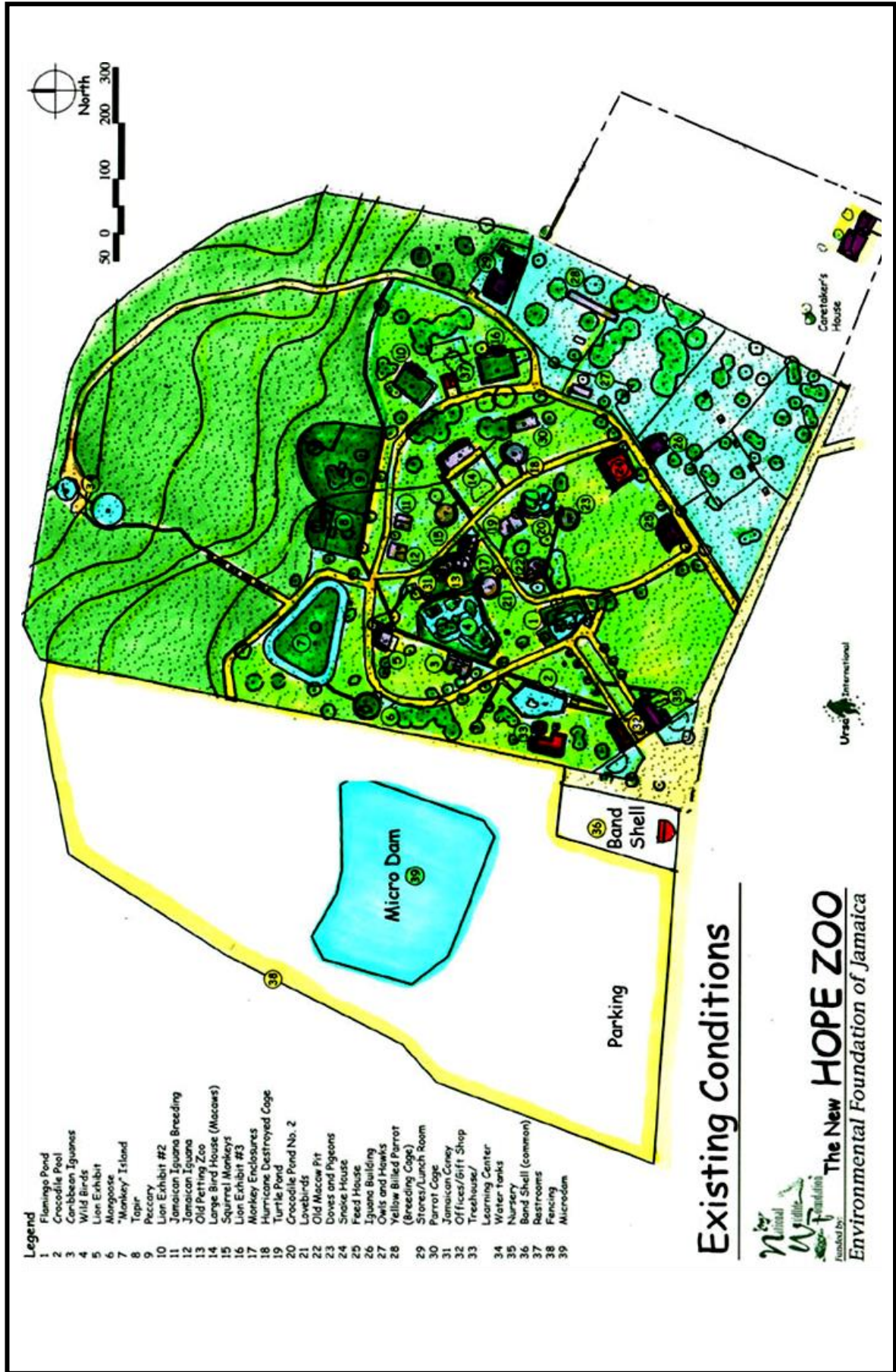
*Vista panorámica de la Foresta Sud - americana. Detrás de la montaña se encuentran las restantes zonas del Zoo. La vista se enfoca desde la zona de Biodiversidad. Foto tomada de Web del Zoo*

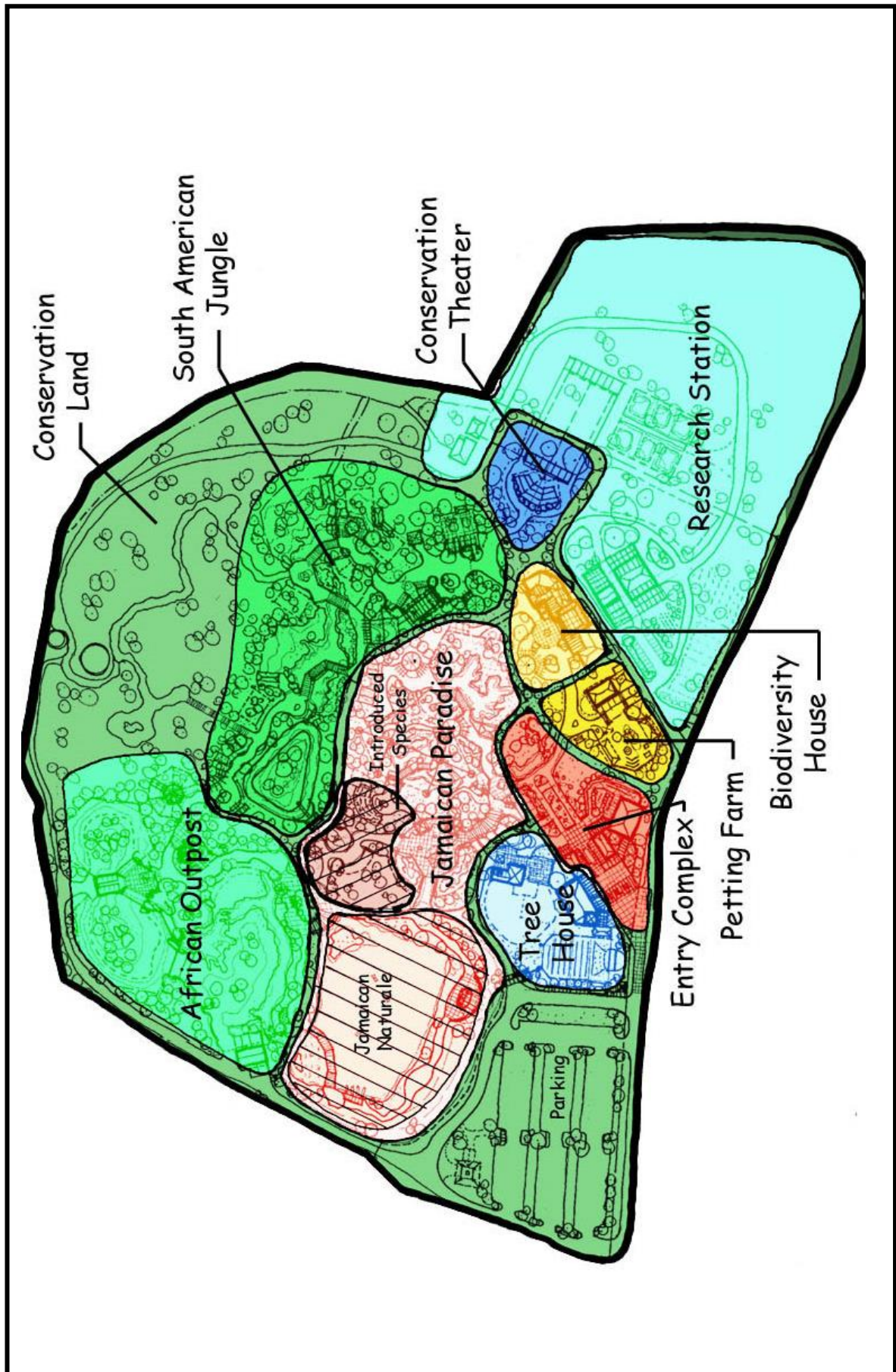
#### PLAN CONCEPTUAL: ESPACIOS DE EXHIBICIÓN

- **Complejo de entrada**
- **Bosque: educación y área de eventos**
- **Paraíso jamaikino**
- **Jamaica natural**
- **Introducción de especies**
- **Foresta sud – americana**
- **Casa de la biodiversidad**
- **Petting farm**
- **Anfiteatro de conservación**
- **Estación de investigación, exhibición y rehabilitación**
- **Paisajes variados.**











### **3.3.3.c BIOPARCO MASTER PLAN**

El proyecto Bioparco representa la renovación de 100 años de antigüedad del Zoológico de Roma en un moderno zoo de conservación y parque educativo de cerca de 30 acres (1200 has.) de histórica importancia ubicada en el corazón de Roma. Dando la oportunidad de trabajar con la existencia de edificios y árboles antiguos, la renovación significó implementar las condiciones de exhibición de especies para efectos de conservación.

El proyecto se organiza a partir de la unión de dos espacios físicamente separados y unidos por un elemento importante que es el que le da paso a la nueva etapa del zoo, la zona de la Escuela del Zoo.

Este elemento sirve de conector entre la gran zona de la foresta asiática con el museo y la zona de conservación adyacente y la que le antecede a la entrada del complejo, la zona de bio - diversidad y la sabana africana

#### **Esquema de recorrido**

El recorrido se inicia a partir del paso por la zona de Bio – diversidad, planteada como antesala del gran espacio anexo, cumple funciones informativas acerca de los ejemplares que tiene el zoo, esta se relaciona con una plaza que articula la elección de seguir a la Sabana Africana o continuar a la zona histórica del zoo.

Esta zona alberga el grueso de las actividades educativas y de relación con el público, todo con miras a introducir al visitante a los servicios del Zoo. Para esto se alinea espacialmente con el eje de la laguna adyacente, eje que se remarca con la presencia del puente, elemento vital que conecta ambos espacios de terreno que conforman todo el complejo.

Una vez traspuesto el puente se hilvana el recorrido con un anillo de recorrido, el mismo que materializa el acceso por medio de un camino que recorre el integro de su extensión soltando de a pocos, grupos de personas hacia el Asian Forest, la zona de niños, la Jungla Africana o el Museo de Historia Natural.

Es importante destacar que a lo largo del recorrido se plantea referentes arquitectónicos al pasado de Roma haciendo de esta presencia el tema del descubrimiento paulatino del trayecto.

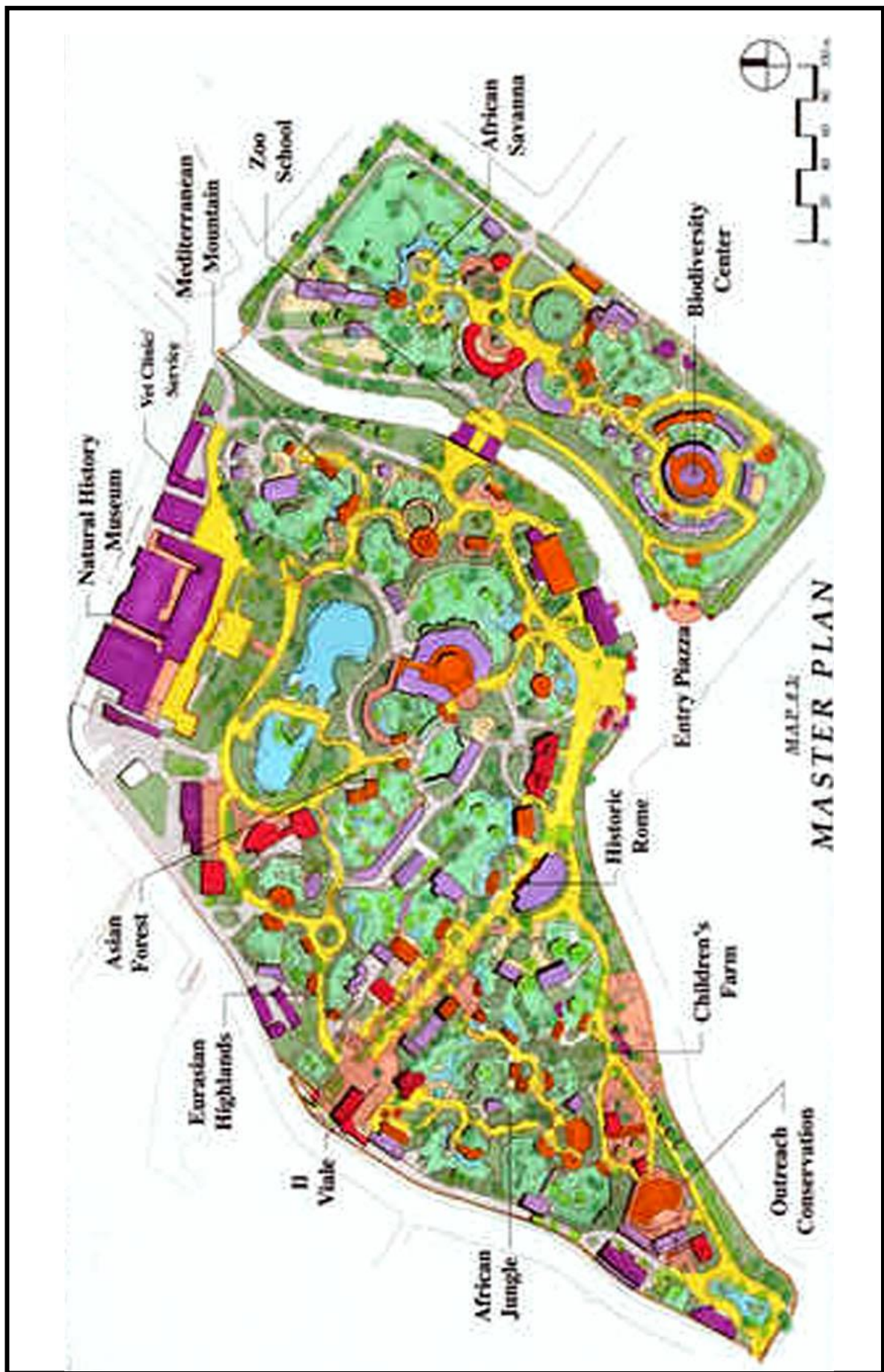
Esto es posible gracias un sistema mixto de recorridos que emplean una secuencia lineal circular alrededor de una gran laguna, tema este que dispone los espacios alrededor de ella y los alimenta gracias al anillo que la circunda.

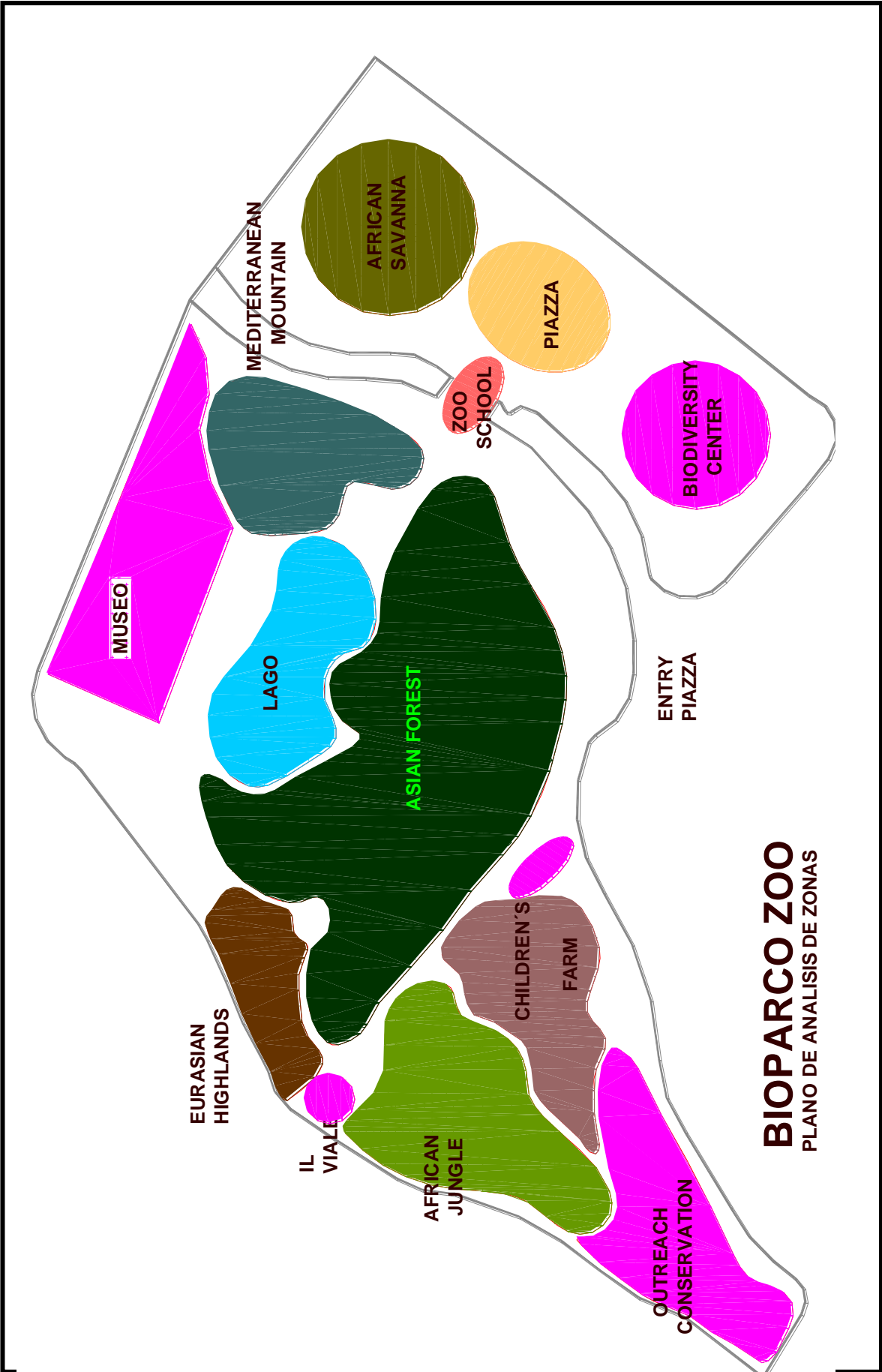
De esta manera, la presencia de la laguna es importante para lograr un espacio cargado de naturaleza. Esta, como elemento paisajista cumple además un rol de configuración espacial un rol orientador para visitantes. Un referente fácil de avistar desde casi la mayoría del terreno.

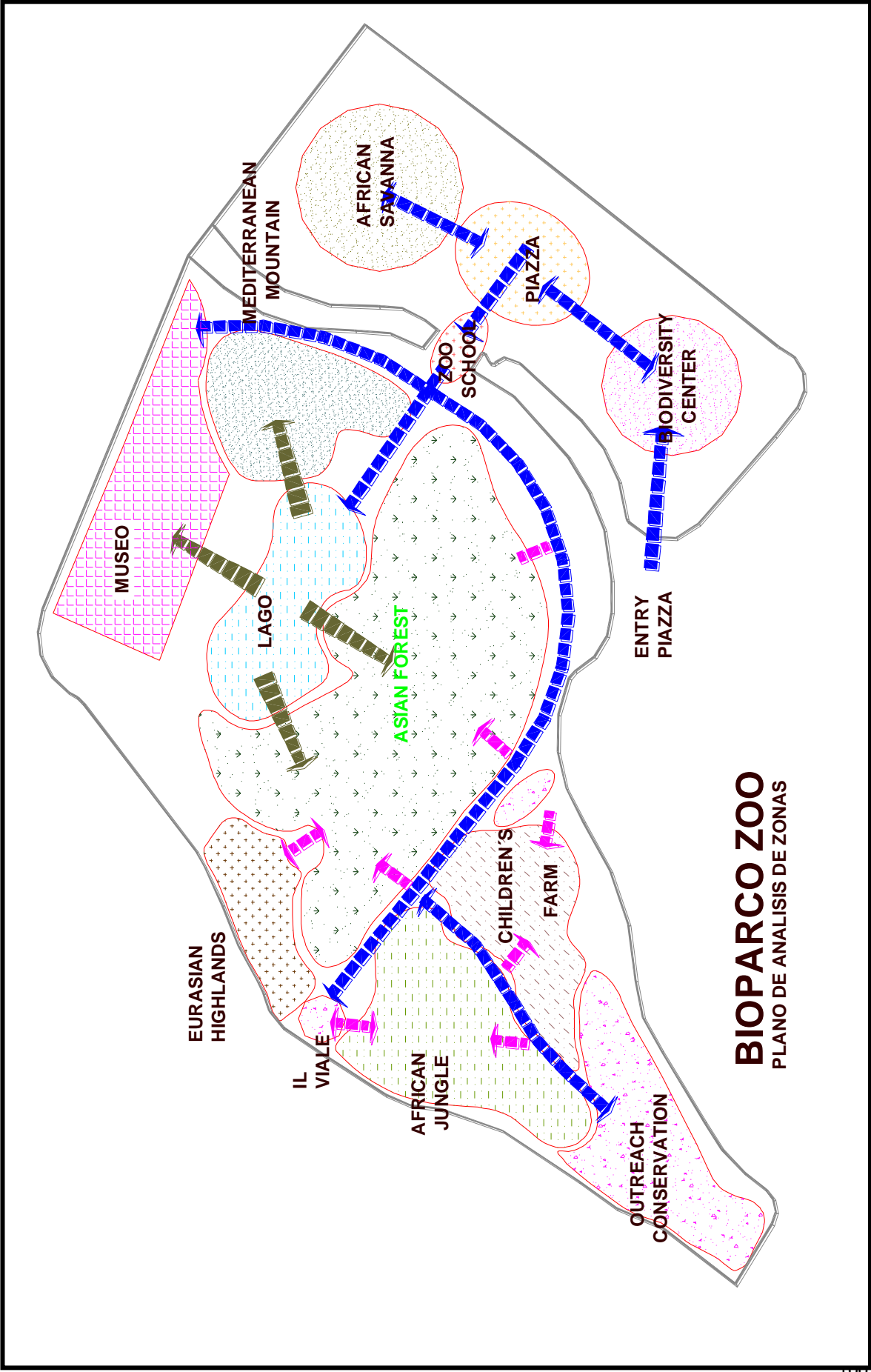
Tal vez el punto clave en el acierto de la renovación de Bioparco haya sido la ubicación de la laguna en su parte central. Esta, ha cobrado protagonismo y posibilita el espacio necesario para futuras intervenciones, toda vez que sea posible el manejo del volumen de agua que aloja.

## **Espacios ecológicos logrados**

- **Foresta asiática**
- **Jungla Africana**
- **Centro de Biodiversidad**
- **Montes asiáticos**
- **Roma histórica, exhibición de jirafas**
- **Sabana africana**







**BIOPARCO ZOO**  
PLANO DE ANALISIS DE ZONAS

### **3.3.3.d ZOO DE ATLANTA**

El rediseño del Zoo de Atlanta fue completado en 1986 y quedó en la futura expansión del zoo en dos zonas, una para desarrollo de hábitats y otra para un centro de educación.

En este caso, el Zoo de Atlanta se organiza en base a un snack show central, el mismo que concentra a los visitantes para luego repartirlos hacia la zona del café plaza y posteriormente a la zona del safari por medio de un gran anillo de circulación perimetral.

Si bien el acceso público se da por medio del snack show, cada espacio ecológico cuenta con salidas independientes hacia el anillo externo de circulación.

Es importante notar que este zoo se encuentra en la etapa intermedia de su desarrollo. Esto se observa claramente por la ubicación, todavía protagónica, del snack show,

Una vez más, podemos ver que los servicios de mantenimiento del zoo, se ubican de modo estratégico al alcance de las principales vías de transporte del zoo.

Cuando la última etapa se complete, es casi seguro que la importancia del snack show aumentará pues será siempre el espacio que articula al resto de actividades.

**Esquema de recorrido**

El esquema se logra con la ubicación del Snack Show en medio de todo el programa frente a la zona de la futura ampliación. Con esto se asegura un control rápido de todo el esquema que se desarrolla alrededor de este espacio.

Los caminos del público discurren entre los espacios ecológicos y a ratos se desprenden del camino principal adentrándose en cada hábitat. Los caminos de servicio se ubicaron a la espalda de cada espacio y funciona a la vez como barrera de seguridad y anti - escapes para todo el Zoo.

Es notable la disposición de los espacios de servicio como el parqueo de automóviles, la plaza de entrada, la zona de cuarentenaria están en estrecha relación con el Snack Show. Si bien no están al costado de cada uno, es la secuencia espacial la que hilvana el recorrido subrayando su vocación de servicio. No resulta complicado trasladarse desde la zona de servicios interna del Zoo hasta la entrada del mismo, la vía de servicio perimetral lo asegura.

Esta configuración es una típica configuración de recorrido radial. A partir de un centro irradia a los espectadores hacia un punto de destino fijo, debiendo ellos volver al centro para trasladarse a otro punto y así sucesivamente.

Cabe anotar que, la anterior disposición del Zoo no contemplaba la ubicación del Snack Show al medio, este se encontraba (como por lo general se hace) a la entrada misma del zoo. Esto ocasionaba demasiada congestión y sensación de lejanía cuando uno se adentraba en el Zoo. Hubiese resultado demasiado costoso reacomodar los hábitats de cada especie. Por este motivo se decidió generar un eje de recorrido de ingreso desde la entrada hasta el corazón del Zoo para recién en ese punto recibir al espectador y mostrarle la organización del zoo. Esta decisión también provenía del hecho de tener que ampliar el zoo hacia su segunda fase y los dos futuros centros de educación que se piensan ubicar cerca de la entrada.



## **- Actividades estructurantes**

- **Plaza de Entrada**
- **Parqueo**
- **Fase I: African rainforest**
- **Fase II: Masai Mara**
- **Fase III: Rain forest**
- **Snack show**
- **Café plaza**
- **Servicios del Zoo**
- Area disponible para futuros desarrollos.
- Area para futuro Centro de Educación.

## Espacios ecológicos

- Plaza de entrada, café Plaza, Infraestructura. Fase I
- African Rainforest, Fase II



*Con la inclusión de la fase dos se puso dar a cada hábitat, mayor espacio e independencia psicológica a cada especie.  
Foto tomada de la página Web del Zoo.*



*Vista de un foso de separación entre fase y fase. Los recorridos peatonales los aprovechan para generar interés al paseo.  
Foto tomada de la página Web del Zoo.*



*Vista de uno de los miradores en el Bioparco Zoo.  
Foto tomada de la página Web del Zoo.*

- Asian Rainforest, Fase III



**Vista de la zona de sabana Masai Mara, Fase III.**



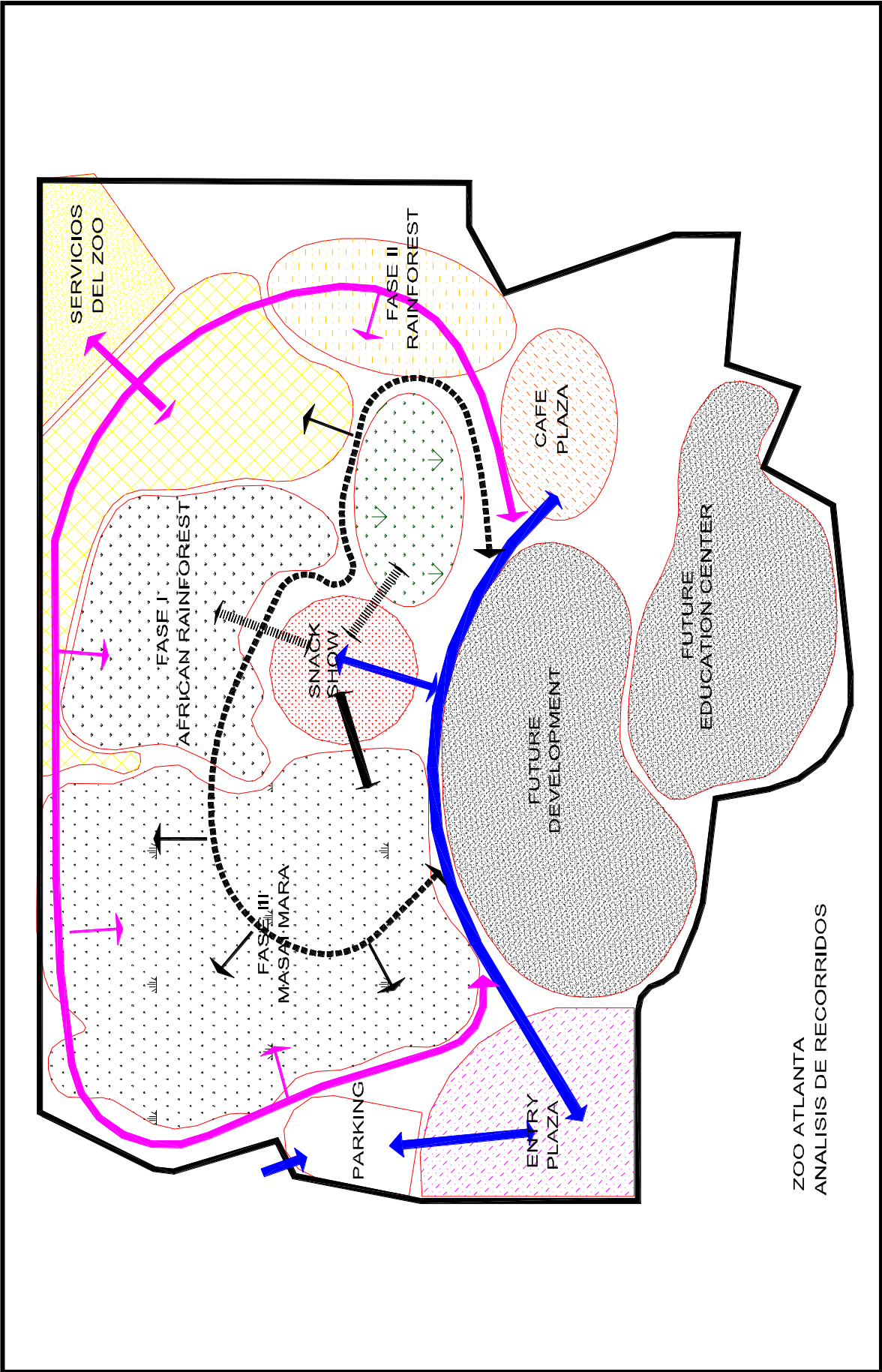
*Los gorilas se encuentran en la Fase I o African Rainforest.  
Cada espacio tienen independencia respecto de otro para asegurar una buena adaptación al medio sin riesgo para los visitantes.  
Foto tomada de la Página Web del Zoo.*



**Master plan del zoo de Atlanta**

Tomado de la página web: [Zooatlanta.com](http://Zooatlanta.com)





ZOO ATLANTA  
ANALISIS DE RECORRIDOS

### 3.3.4 CONCLUSIONES DEL ANALISIS

Del análisis de Plan Maestro se pueden desprender dos niveles de intervención para armar la trama de un zoológico:

- **Nivel Macro: planteamiento general a escalas 1/10000, 1/15000**
- **Nivel micro : análisis de hábitats, escalas 1/1000, 1/750**

**Del análisis espacial y de configuración de recorridos, estamos en condiciones de elaborar un nuevo tipo de clasificación para la disposición interna de zoológicos, podemos denominarla CLASIFICACION POR SECUENCIA ESPACIAL O DE RECORRIDO.**

**Este nuevo tipo de clasificación atiende sobre todo al deseo implícito del PLAN MAESTRO que dirige el desarrollo de un parque zoológico. No descuida un solo aspecto del concepto pues se basa en la visión objetivo del zoo. Enumera sus espacios, atiende sus necesidades, clasifica los medios maneja los tiempos de recorrido y tiempos de estancia, hilvana la secuencia de paseo y sobre todo estructura de modo sutil todo el funcionar de un espacio sea la amplitud que tenga. La elección del tipo de recorrido no se elige al azar sino obedece a dos factores importantes, la configuración morfológica del terreno y sobre todo al concepto que guía el desarrollo del plan maestro. Concepto que aun en el tiempo de servicio que abarque, debe permitir su posterior asimilación por otro que tome la posta al cabo del plazo en años que todo Plan Maestro cubre.**

**Estos tipos de secuencia son tres:**

- Secuencia lineal**
- Secuencia radial o centrípeta**
- Secuencia mixta.**

**SECUENCIA LINEAL:** esta clasificación se caracteriza por el carácter rígido e inequívoco del planteamiento de exhibición. La sucesión de eventos se disponen una a continuación de otra permitiendo un fácil descubrimiento y orientación al visitante. Sin embargo, es esta misma facilidad la que traiciona posteriores visitas al convertir la secuencia en aspectos ya conocidos de anteriores visitas.

Con el pasar de los tiempos los conceptos sobre la vida animal fueron variando, evolucionando en su manera de enfocar las especies y sobre todo en el potencial científico que cada una esconde con fines de preservación e investigación. Así, en un principio, la disposición de especies en los zoológicos se hacía de manera simple y sin apelar a argumentos novedosos que hoy hacen la diferencia entre visita y visita. Una secuencia lineal deja muy poco a la imaginación del visitante y lo enrola a una fila finita de eventos, logrando que la exhibición sea más un muestrario que una interrelación equilibrada entre hombre y especie animal.

**No se descarta su empleo en espacios longitudinales o donde la temática de exhibición necesite de su empleo. Un buen ejemplo de este tipo de planteamiento es el CER HUACHIPA de Lima- Perú, donde las instalaciones dejan percibir el**

sentido operativo y racional de una secuencia lineal fríamente programada, no esconden el carácter tipológico del proyecto original. El CER HUACHIPA fue antes una planta de tratamiento de aguas hoy adaptadas a un nuevo uso como zoológico. No obstante, hay que destacar que un partido lineal facilita una posterior adición de elementos al recorrido de manera concadenada y factible de ser alternadas entre si dependiendo del grado de complejidad que una solución particular para determinado hábitat haya adoptado desde el proyecto mismo. Sin embargo, debe procurarse alternar recorridos lineales con espacios que oxigenen la secuencia con algunos minutos de dispersión o con actividades contemplativas.

*SECUENCIA RADIAL* esta clasificación nos muestra el claro propósito de centralizar servicios y economizar recorridos amén de facilitar el control y manejo y permitir al visitante una rápida orientación al poner a su alcance siempre de manera inmediata y espacialmente equidistante del resto, toda la serie de facilidades que este pueda requerir como, servicios higiénicos, informes, boletos, comida, transporte, puntos de seguridad, escapes, depósitos, etc.

Sin embargo, todo el concepto del parque siempre gira en torno de este centro, por mucho que cada sector intente resolver de manera particular cada evento, se hace necesario un retorno a este centro para atender necesidades particulares. Muchas veces si el área es extensa, este particular dominio de escena se logra mitigar equilibrando el protagonismo de cada sector.

Un buen ejemplo de este tipo de organización lo vemos en el ZOO DE ATLANTA donde el centro ha estado previsto en el plan maestro pero ha tenido que compartir roles con la PLAZA DEL CAFÉ luego que las dos posteriores ampliaciones hicieron crecer el manejo de la escala de espacio-tiempo. El resto de zonas – hábitats quedan rodeando al centro de manera equidistante facilitando su control y manejo. Esto ha permitido implementar de manera correcta, a mi parecer, el recorrido de servicio por la parte posterior de cada hábitat, algo que en una secuencia lineal es difícil de lograr puesto que la eficiencia que permite la equidistancia es destruida por la longitud de un esquema lineal que obliga a recorrer el todo para llegar a una de sus partes.

Otro ejemplo lo tenemos en el NEW HOPE ZOO donde la posterior adición de un lago terminó por completar la secuencia necesaria para ser radial. Antes de la adición del lago, la disposición de servicios bien se podrían haber resumido en una secuencia lineal curvada con una zona central sin propósito definido. La inclusión del lago le otorgó carácter al proyecto inyectándole una dosis de protagonismo relevante al centro, ahora este muestra la diversidad nacional del país que aloja al zoo en cuestión. Se ha logrado equilibrar la propuesta del zoo de manera radial aprovechando la forma del terreno y reservando la zona posterior para la investigación y a manera de espacio colchón se dispuso la zona de administración y educación para finalmente dejar el resto a la zona de exhibición propiamente dicha.

**SECUENCIA MIXTA.** Esta última clasificación viene a ser una mezcla de las dos anteriores, se aplica sobre todo en casos en los que la extensión del terreno escapa a un

normal control de las actividades de un zoo. Establece una columna vertebral organizadora y cuelga de ella los espacios que a su vez contarán con más sub-centros de gobierno zonal. Todo dispuesto a manera de un carrusel donde cada sub-centro es independiente en cuanto a su organización y aun en su administración pero se engasta dentro de un anillo mayor que rige los patrones de servicio y posibilidad de pasar de una zona a otra con suma facilidad sin necesidad de volver al principio para retomar el concepto del zoo. La opción de este tipo de organización no se logra siempre con la simple mezcla de ambos recorridos, no siempre se asegura un equilibrio de eventos que aseguren un crecimiento sostenido y equilibrado del parque. El secreto radica en el manejo de los tiempos de recorrido, el nivel de tolerancia del hombre frente al aburrimiento puede llegar a los 5 minutos de recorrido en medio de espacio sin motivaciones, de manera muy subjetiva por supuesto, las motivaciones que la naturaleza virgen pueda ofrecer al espectador serán distintas entre persona y persona, intercalando tramos extensos en la escala de tiempo con emociones fuertes como una caída espectacular de agua puede ayudar a equilibrar un recorrido extenso antes de arribar al destino previsto por el planificador del zoo.

El BIOPARCO ZOO es un ejemplo del carácter mixto de recorrido para un zoo. Siendo un proyecto de renovación de un espacio antiguo, este intenta hilvanar dos sectores físicamente separados por un río. El sector añadido tiene una forma irregular que tiende a ser un triángulo estirado en uno de sus vértices por lo cual, es difícil otorgar mucho terreno a una zona tan alejada espacialmente y físicamente de una zona de control. Por este motivo se trazó una línea de recorrido que hilvana a los demás espacios que a su vez se conectan unos a otros de manera lateral uno a otro. Esto por un lado del recorrido principal pues al otro lado una laguna ejerce su dominio espacial a los espacios que se orquestan a su alrededor logrando que el nuevo sector se divida en dos secuencias, una lineal y otra radial sin equilibrio entre ellas puesto que la escala del lago es tal que pudo llegar al otro lado del recorrido lineal.

**El BIRMINGHAM ZOO resulta una excepción notable. La organización parte de un partido honestamente lineal en su secuencia que penetra hasta el corazón mismo del terreno y reparte a sus visitantes en la alternativa de decidir de seguir o entrar a uno de los paquetes de aventura en las zonas que a su vez cuentan con otros centros de gobierno local. Lo interesante es que estas zonas guardan equidistancia del centro mismo del terreno logrando un equilibrio en los servicios y en la dosificación del control a cada zona, Control que resulta eficaz por la naturaleza misma del partido del plan maestro.**

De manera análoga podemos volver a citar al BIRMINGHAM ECOPLEX por cuanto la extensión de su terreno permite dentro del carácter lineal del concepto, desenvolver a cada sector del zoo en verdaderos sub-zoos dentro del todo. Si observamos el plan de zonas, podremos distinguir que a cada parada de la secuencia lineal se ubica la entrada a una zona específica la misma que, si bien no cuenta con un propio centro de gobierno, despliega su vastedad en la gestación de una zona con carácter propio, la misma que cuenta con acceso al recorrido de servicio y dada la proximidad entre zona y zona, se permite el paso entre una y otra. No podemos hablar acá de un sistema mixto propiamente dicho pero si de un

sistema lineal que, gracias a un buen aprovechamiento del espacio disponible logra ocultar al espectador la percepción de un plan sencillo.

Podemos ver que, si bien la forma del terreno es importante, el plan maestro lo es más pues puede llegar a dominar por completo un carácter fuertemente lineal o bien sucumbir a la vastedad de un terreno regular y extenso. Y aun si el concepto que gobierna el plan maestro carece de objetivos claros, puede convertirse en causa de fracaso al rigidizar el desarrollo de un zoo restándole la posibilidad de adaptarse al cambio de los tiempos.

Los ejemplos vistos nos muestran como el paso de un concepto a otro no ha resultado en la mayoría tan traumático como se suponía, antes bien, se pudo concatenar aspectos topográficos y biológicos con sociales, toda vez que el éxito de un Zoo se mide por el número de visitantes que reciben al año.

### 3.3.5 FORTALEZAS Y DEBILIDADES

**Secuencia Lineal:** - Facilidad de adaptación al terreno.

- Claridad de recorrido y control.
- Relativa facilidad en el manejo de exhibiciones.
- Posibilidad de incrementar número de exhibiciones.
- Fácil orientación del visitante.
- No requiere mucho estudio a implementaciones sucesivas
- Falta de flexibilidad ante ampliaciones.
- Los espacios-habitat dependen de la secuencia.
- Jerarquía de principio y fin de exhibición
- Resta capacidad de impresión en sucesivas visitas.
- Mayor gasto en redes de tuberías y conexiones.
- Mayor demanda de tiempo para visita.

**Secuencia Radial:** - Fácil orientación del visitante.

- Claridad de zonificación
- Ahorro en el tendido de redes y mecanismos de control
- Relativa libertad de elección al visitante por tal o cual exhibición.
- Permite disponer una eficiente red de servicios y escapes.
- Facilidad de mantenimiento.
- Menor demanda de tiempo en visitas sucesivas.
- Requiere buen estudio para equilibrar carácter de exhibiciones.
- Claro dominio conceptual del centro del zoo.
- Poca facilidad de adaptación a terrenos muy irregulares.
- Dependencia espacial y funcional del centro del zoo.
- Dificultad para añadir nuevos ambientes.

**Secuencia Mixta:** - Flexibilidad de implementaciones sucesivas.

- Eficiente disposición de rutas de servicio y escape.
- Mantenimiento alternado e ininterrumpido.
- Flexibilidad de recorrido.



- **Factor sorpresa siempre presente.**
- **Buena adaptación a todo tipo de terrenos.**
- **Requiere mucho estudio para la implementación**
- **Redes de recorrido complejas.**
- **Permite un descubrimiento paulatino.**
- **Descentraliza funciones y servicios complementarios.**
- **Adecuada dosificación del tiempo empleado por visita.**
- **Mayor capacidad de respuesta ante ampliaciones.**
- **Requiere una buena implementación de facilidades al visitante.**
- **El ritmo de implementación se adapta fácilmente al esquema inicial.**
- **Permite una aproximación sucesiva a cada ambiente del zoo.**

Segunda

Parte

## CAPITULO IV

*El Zoo de Lima*

#### 4.1.0 GENERALIDADES

##### 4.1.1 Definición General

El Jardín Zoológico de Lima aprovechará los 1700 l/s de las aguas residuales de la Planta de Tratamiento de San Bartolo para gestar un nuevo pulmón verde en las afueras de la metrópoli. El nuevo espacio ecológico contará con actividades de recreación y cultura que incentiven a un sano crecimiento de los habitantes de Lima. La vocación conservacionista del parque promoverá un auténtico reencuentro con la naturaleza donde el hombre tendrá la posibilidad de entrar en contacto con la biodiversidad del Perú y del mundo. Las actividades estructurantes del Jardín Zoológico de Lima giran en torno a la conservación de especies naturales tanto de flora como fauna. Se complementan con actividades de recreación, turismo, deportes e investigación.

##### 4.1.2 Criterio De Trabajo

Dados los alcances del tema, se ha previsto desarrollar la propuesta en dos niveles: una de macroescala y otra de escala más focalizada.

###### 4.1.2.a Macroescala

A nivel Plan maestro, para el desarrollo del Zoo estableciendo pautas para la incorporación progresiva de especies e implementación de hábitats.

###### 4.1.2.b Microescala

A este nivel se propone el desarrollo de un Pabellón Central: complejo que cuenta con museos, laboratorios, biblioteca, restaurantes, estaciones de transporte interno, hospedaje, áreas de esparcimiento, anfiteatros y plazas.

#### 4.1.3 EL TERRENO

##### 4.1.3.1 Ubicación

El terreno se encuentra localizado en las denominadas Pampas de San Bartolo, sector correspondiente al distrito de Punta Hermosa, a la altura del km.40 de la Autopista Panamericana Sur. Aunque está debidamente delimitado, su envergadura lo hace ejercer un área de influencia directa que comprende los distritos de Lurín y Punta Negra, y en menor medida se extiende al resto de los distritos balnearios de San Bartolo, Santa María y Pucusana. El total del área está ubicada en la Zona Sur de Lima Metropolitana.

##### 4.1.3.2 Accesibilidad

Se consideran como vías de accesibilidad al sitio las consignadas a continuación:

##### **Vía Expresa:**

- La Autopista Panamericana Sur

### **Vías Arteriales:**

- La Prolongación de la Av. Pachacútec, a partir de Villa el Salvador, atravesando la Valle de Lurín y las Pampas de San Bartolo.

### **Vías Colectoras:**

- Las Vías que nacen en la Autopista Panamericana Sur y se prolongan en dirección Oeste – Este laterales, al terreno del Sector “A” de las Pampas de San Bartolo, propiedad de SEDAPAL

#### **4.1.4 Dotación de servicios**

##### *4.1.4.1 Fuentes De Abastecimientos De Agua*

La definición en cuanto a las fuentes de agua potable del Parque a lo largo de su desarrollo y en función a los caudales de demanda señalados en el cuadro 15, se ha previsto como posibles fuentes los que se señalan a continuación, cuya determinación definitiva será hecha por SEDAPAL, en cuanto tenga un mayor avance del desarrollo de una de las siguientes alternativas.

#### **Fuentes de Captación de Agua:**

- a. Aguas subterráneas provenientes de los pozos de agua de la cuenca del Río Lurín , para lo cual se llevará a cabo la perforación de dos pozos.
- b. Aguas de mar potabilizadas en una planta desalinizadora ubicada en la zona de Punta Hermosa. El agua de mar se bombeará a la Planta Desalinizadora (tratamiento de agua) para luego bombearla a los Reservorios de agua del Parque Recreacional.
- c. Explotación de Aguas subterráneas en la zona del parque recreacional (quebrada de Malanche) en compatibilidad a los estudios de Geofísica, para lo cual se profundizarán los estudios con perforación de pozos de observación.
- d. Abastecimiento de agua potable a partir de la tubería matriz Ramal Sur proyectado por Sedapal.

### **ALTERNATIVAS**

Para la determinación de las obras de abastecimiento de agua en la primera y segunda etapa se va a tomar en consideración lo siguiente:

*En la primera etapa se van a considerar las obras e instalaciones para el Pabellón Central; para la segunda etapa las obras serán para abastecer de agua a las zonas geográficas que en su totalidad constituirán el Zoológico.*

#### *4.1.4.2 Sistema De Alimentación Eléctrica*

Este importante sistema distribuirá la energía necesaria (en forma subterránea) para la iluminación de los diversos ambientes del Parque y para el funcionamiento del Sistema Hidráulico Artificial ya que proporcionará la energía para el bombeo en el abastecimiento de agua necesario para el funcionamiento de los tres subsistemas componentes: sistema hidráulico- sanitario, sistema de riego tecnificado y el sistema de lagunas, riachuelos y cascadas.

Más aún, si consideramos dentro del sistema hidráulico-sanitario del Parque, la Planta de tratamiento adicional de los efluentes de la Planta de aguas residuales de San Bartolo, ésta sólo podrá funcionar con la energía de este sistema de alimentación eléctrica.

El resumen de requerimientos de energía eléctrica (ver cuadro N° 18) demuestra que la máxima demanda, con un factor de utilización de 60%, supera ligeramente los 3 100,00 kW lo que daría lugar a un consumo anual de 16 millones de kw/h.

#### *4.1.5 Descripción General Del Sistema Escogido*

La descripción general del proyecto a desarrollar consta de:

Alimentación y punto de suministro (desde Luz del Sur)  
Sub-estación de llegada y distribución primaria  
Red de distribución primaria (Alta Tensión)  
Sub-estaciones de distribución  
Red de distribución secundaria (Baja Tensión)

##### *4.1.5.1 Máxima Demanda*

La Máxima Demanda prevista para la primera etapa es de 3,00 MW con un factor de utilización de 0,60.

##### *4.1.5.2 Alimentación Y Punto De Suministro*

El Parque se encuentra ubicado dentro del área de suministro de Luz del Sur, la cual tiene la posibilidad de suministrar energía eléctrica en tres diferentes niveles de tensión: 60 x 22,9 y 10 kv. por medio de una línea aérea, que por tratarse de un consumidor de gran volumen, tendría la opción de disponer de una Línea Aérea de suministro dedicada, la cual llegará a la SE de Llegada en los predios del Parque.

Por razones de estandarización se ha escogido la tensión de 22,9 kv., lo que permite que tanto la Línea de Alimentación desde la SE de Luz del Sur, como los cables de distribución primaria desde la SE de Llegada, hasta las SSEE de Transformación y Distribución Secundaria interiores, puedan tener el mismo nivel de tensión, es decir 22,9

kv. Dadas las considerables distancias involucradas en el proyecto, ésta tensión es la aconsejable por razones técnicas y económicas.

Luz del Sur suministrará energía desde un último poste o torre de la Línea de Transmisión aérea exclusiva, en un punto cercano al extremo norte del Parque, fuera de los límites del mismo. A partir de éste punto, se ingresará con cable subterráneo hasta la Sub-estación de Llegada.

Se trata de evitar cualquier instalación aérea dentro de las instalaciones del Parque, principalmente por razones de seguridad y también por estética.

#### *4.1.5.3 Sub-Estación De Llegada*

No habrá transformador de bajada, ya que toda la distribución interior en Alta Tensión se hará por medio de cables enterrados de 22,9 kv. , con lo cual se consigue una mejor distribución eléctrica, con menores pérdidas y menor costo de lo que sería a 10 kv.

La SE de llegada constará de una (01) celda de llegada y las celdas de salida requeridas para la distribución primaria en 22,9 kv.

### **4.2.0 EL PARQUE ZOOLOGICO DE LIMA: proceso de diseño.**

Del estudio de prefactibilidad elaborado por SEDAPAL podemos citar textualmente el objetivo general que enmarca la visión de conjunto sobre la que versa esta tesis de arquitectura.

#### **4.2.1 Visión Objetivo**

**"Lograr para la Ciudad de Lima mediante la utilización de 1,7 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales tratadas que SEDAPAL producirá en la Planta de San Bartolo, la constitución, desarrollo, mantenimiento y operación -- sobre 955 ha ubicadas en el Sector "A" de las Pampas de San Bartolo -- de un gran Parque Ecológico, *dotado de modernas infraestructuras que permitan y faciliten la "simulación" -- con tecnología de punta y la mayor fidelidad posible* -- de los hábitats funcionales (lagunas, bosques, llanuras, colinas, etc.) más idóneos para que se aclimaten, se desarrollen, se reproduzcan y sean mostrados naturalmente los ejemplares de la flora y fauna que mejor representen la bio-diversidad peruana y mundial (privilegiando a las especies amenazadas de extinción), de modo que los visitantes, nacionales y extranjeros, puedan disfrutar del paisaje, flora y fauna del Parque, de la manera más completa, informada, entretenida y segura, mediante el uso de diferentes estructuras, instalaciones y equipos de carácter científico, educativo, cultural, deportivo, recreativo y de hospedaje, habilitadas en el interior del Parque".**

Como en todo planteamiento moderno, no podemos dejar de mencionar los objetivos dentro de los cuáles se enmarca un proyecto. Solo así se pueden juzgar los medios que se usen para conseguirlos. Es decir, ningún proyecto puede ser clasificado de costoso o económico si no se tienen en cuenta los objetivos y el grado de peligro que maneja. Conceptos como el de riesgo, seguridad o rentabilidad encuentran su correcta medida en la medida que se encaminan al logro de los objetivos de la empresa que los asume.

Todo proyecto tiene una cuota de riesgo. Riesgo en el manejo de soluciones ante la posibilidad de que un desastre trunque el logro. Pero esta medida del riesgo aumenta cuando se manejan grandes cantidades de energía. La energía, como sabemos, esta en todas las cosas y seres de la tierra, pero se manifiesta más en los elementos del agua, el fuego, el viento etc.

Proyectos como el de un Zoológico están altamente relacionados con la conservación de energía sea esta en especies vivas o en el manejo de volúmenes de agua(acuarios) o la electricidad que es otro tipo de energía.

El hecho de contar con un acuario en mi propuesta me lleva a tomar en cuenta el mayor número de variables posibles de riesgo, asumirlas como algo presente a la hora de diseñar.

Y el hecho de tomar en cuenta un riesgo implica trabajarlo con las debidas normas de seguridad; un camino a conceptos modernos como el de la calidad que hace que un proyecto aumente su valor, sea este de diseño o de costos en la construcción. De ahí que los parámetros de costo no se puedan juzgar a priori como algo excesivamente costoso mientras se circunscriban dentro de los objetivos que hay que alcanzar. En la medida en que suprimimos u obviemos riesgos, a sabiendas que este está presente siempre, estamos reduciendo costos de solución pero a la vez estamos introduciendo al proyecto un gran número de variables de peligro que, muchas actúan simultáneamente. Y cuando el peligro ya está presente, es demasiado tarde para detenerlo.

#### 4.2.2 Objetivo Especifico N°1: Plan Maestro

Por tiempo, el concepto de zoológico no pasó de ser un simple mostrador de animales que servían para satisfacer el apetito de curiosidad de los seres humanos. Con el progresivo descubrimiento del rol que cada especie juega en este mundo, se hizo necesario una re- educación de los valores con que juzgamos a los animales. Nacen conceptos de ecología, desarrollo sostenido y sobre la conservación de especies ante el avance incontenible de la modernidad.

Siendo el Perú un país con enorme riqueza animal y poseedor del 90% de climas del mundo, supuse que tenía el tema preciso para generar una suerte de albergue para especies de todo el mundo, cada una agrupada de manera geográfica alrededor de un lago central que juega el papel protagónico del agua en nuestro mundo, un elemento alrededor del cual gira la vida en todo el planeta. Además, el manejo del agua procedente de la planta de tratamiento de Sedapal, requería una dosificación que este lago podría sumir como parte de esa tarea. Por otro lado, cabría la posibilidad de poder otorgar a cada zona geográfica la posibilidad de contar con su propio sistema organizativo en una especie de aldea particular con todos los servicios que los visitantes podrían necesitar antes de entrar a la zona en cuestión.

El tema estaba dado, el siguiente paso era la manera en que tendría que organizar las zonas de modo tal que el trayecto a cada zona no resulte demasiado pesado ni tampoco lo sea el tener que pasar de una zona geográfica a otra. Un papel importante lo representaba también el tema de los caminos de servicio y la manera en que se conectarían todos a una red invisible a los ojos de los visitantes.

La solución se da con la implantación de un sistema mixto para la configuración del recorrido. Tal como en el Birmingham Ecoplex, el sistema se abriría paso de a pocos al



visitante por medio de puestos de avanzada entre cada zona. La diferencia estriba en que mientras en el primero la penetración se da de manera lineal hasta cada zona geográfica, en el zoológico de Lima la penetración será radial y equidistante de una zona central que sería el primer eslabón en la construcción del futuro zoo. Cada zona estaría dispuesta alrededor de este centro a cierta distancia del mismo para generar nuevos caminos que, entrelazados entre ellos generarían un recorrido más rico en naturaleza salvaje y buscando ser límite espacial entre cada zona geográfica las mismas que, por su extensión se convertirían en zonas de semi-libertad para las especies características de cada región del planeta. El sistema plantea no un centro sino varios centros. Cada uno con un universo propio que coordinar.

Cada centro guarda relación con la zona que lo cubre, la atiende y complementa con servicios de educación, higiene, depósitos, restaurantes, etc. Asimismo, cada centro guarda relación con otro centro al nivel de tema geográfico no obstante tener similares actividades. Luego al nivel de centros, estos se someten al protagonismo que el punto de partida denominado Pabellón central ejercería sobre todo el Zoológico.

La idea del Pabellón Central nace como respuesta a la postura del tema del zoo. Sería una zona que concentre gran actividad social y marcada por la presencia dominante del hombre y el producto de su pensamiento, es decir la materialización en hechos arquitectónicos del modo de pensar actual en el mundo, tecnología de punta y atrevidas propuestas formarían este espacio único en el zoo. Se busca crear una zona que sea totalmente opuesta en concepto al resto del parque zoológico. Si en el centro domina el hombre y su pensamiento, en el resto, el hombre sería solamente un observador de la naturaleza y lo maravilloso que resulta conservarla tal como es. Se busca inducir a tomar conciencia de a dónde vamos, que buscamos y sobre todo, que es lo que estamos destruyendo en este mundo: la naturaleza.

El rol antagónico entre las zonas de hábitat y el Pabellón Central nace de concentrar actividades humanas en medio de un todo natural y salvajemente libre.

#### 4.2.3 Objetivo Especifico N°2: El Pabellón Central

**Filosofía de diseño:** el concepto del Pabellón Central se gesta a partir de una idea de Inversión. La inversión que se entendería como algo antagónico susceptible de ser captado por el visitante desde el momento en que traspasa la visión del Pabellón central y la compara con la posterior vivencia en medio de una naturaleza y libertad total para los animales, ahora el hombre es el relegado. El Pabellón Central viene a establecer el equilibrio entre dos mundos extremos, el de la ciudad y el de la naturaleza virgen. Uno con toda la parafernalia tecnológica al servicio del hombre y a veces en su contra y otra como aquella donde las manos del hombre aun no han llegado y su influencia no se deja sentir. La imagen de la ciudad moderna decadente y que arrastra a duras penas la insensatez de tener que vivir siempre al ritmo de lo mismo pero cada vez más rápido. La ciudad que de vez en cuando salpica los deseos humanos de respirar algo de naturaleza, algo que aun no este contaminado. Ese paraíso imposible de materializar hoy en día. Ese lugar utópico hacia el cual ya no podemos retroceder sino solamente atisbar en ocasiones. Esa naturaleza total que ya no nos representa pero nos reclama a gritos por un poco de sensatez.

El Pabellón central es la encarnación de la ciudad que está carcomiendo a la naturaleza, la va cubriendo sutilmente primero para luego levantar vuelo sobre ella y sus hijos que solo atinan a salvar lo poco que puedan antes de retirarse a otros reductos temporales donde la ciudad tal vez tarde pero nunca dejará de llegar. A menos que hagamos algo pronto para evitarlo.

**El diseño del Pabellón Central.** Este espacio tendría que albergar los elementos necesarios que aseguren el primer paso para el posterior desarrollo del zoológico. Es decir, se piensa en el Pabellón Central como un lugar que cuente con todas las facilidades que se requieran para empezar las labores del futuro zoo. Asimismo, estas construcciones servirían luego como punto de paso no obligado para quienes visitan al zoo por n-ésima vez. Restaurantes, museos, auditorios, tiendas de recuerdos, una estación central, juegos para niños, administración, clínica para animales, áreas de estudio e investigación, biblioteca y centros de capacitación, zonas de maestranza, zonas de servicio y tres elementos clave que marcarían la vocación tecnológica del Pabellón Central, el acuario, el delfinario y el aviario.

#### **ORGANIGRAMA FUNCIONAL DEL PABELLON CENTRAL**



#### **4.2.4 Objetivo Especifico N°3: Tres Capas Distintas, Un Solo Fin**

El proyecto del Zoológico de Lima se basa en el aprovechamiento del agua proveniente de la planta de tratamiento de aguas adyacentes al terreno de Sedapal. Con la utilización del agua se procedería a crear lagunas artificiales para crear espacios de vida en cada zona geográfica determinada. El plan era claro, radiar las zonas geográficas alrededor del pabellón central cada una con su propio centro de gobierno, lagunas y servicios especializados y trazar una red de caminos peatonales, fluviales y de trocha-aventura

entre estos puestos de avanzada y el Pabellón central, el mismo que comunica con la zona de ingreso al Parque Zoológico. Por tanto, teníamos tres niveles de ataque:

- Nivel 1 : plan de aprovechamiento de aguas. Plano de lagunas.
- Nivel 2 : plan de sectorización. Plano de zonas geográficas.
- Nivel 3 : plan de recorridos. Plano de vías.

#### **a.- Plan de aprovechamiento de aguas**

Para la disposición de la red de lagunas se dispuso un sistema simple. Se aprovecharía la suave pendiente del terreno para hacer descender el agua por gravedad mientras se aprovechaba las depresiones más importantes para ubicar lagunas de embalse a manera de reservorios. Estos reservorios almacenarían el volumen de agua suficiente para satisfacer la dotación de agua de cada zona geográfica. A su vez alimentarían a otras lagunas más pequeñas que ayudarían a completar el paisaje. Cuando la cota de terreno no cubre los requerimientos de otras zonas más altas se pensó en la implementación de dos casetas de bombeo. Esta caseta de bombeo se sitúa en el punto de entrada de agua a la zona del zoo y deja pasar la mitad del caudal de agua y la otra mitad la bombea hacia una caseta situada en la parte más alta del terreno para asegurar la dotación de agua en las cotas más altas.

Ya que el tema de los continentes incluye la representación del mar, se dispuso la formación de un embalse principal en medio del terreno. Si bien en esta zona la pendiente no ayuda a formar un solo embalse, se buscó la manera de formar 3 embalses, es decir una sola gran laguna formada por tres lagunas con distinta cota de superficie. Se asume que entre lagunas hay diques de represa por lo que a cada dique se le ha dado el tratamiento de paseo entre las aguas.

Para asegurar un caudal permanente entre lagunas se trabajó la red de ríos, arroyos, riachuelos como parte de una red fluvial para navegación turística y de aventura.

El plano de lagunas finalmente queda conformado por un conjunto de lagunas que, enlazadas por una red fluvial de navegación turística, dejan correr el agua por gravedad hasta una última zona situada en la cota inferior del terreno, esta es una planta de tratamiento final para finalmente dejar que el agua vaya al mar debidamente saneada.

## **b.- Plan de sectorización**

De la mano del plan de utilización de aguas va el plan de sectorización. Este se trabajó sobre la base de niveles de importancia en cuanto a fauna y cantidad de paisajes típicos que cada región podía reconstruir in situ. El nivel de importancia determina el área de terreno que se asignará a cada zona geográfica, pudiendo esta variar respecto a sus vecinos en la medida que las posibilidades de reconstruir determinados hábitats hacia necesaria mayor cantidad de terreno. Obviamente el papel principal, el de anfitrión del zoo correspondía a la zona peruana. Por este motivo se le ubicó en la parte central y dominante de todo el terreno, sobre la loma más notoria e importante del sector A de las pampas de San Bartolo.

La primera zona importante en extensión y temas de exhibición fue asignada al Africa, la segunda a la América del Sur, ambas situadas en extremos opuestos del terreno y en zonas con pocos accidentes geográficos. Las zonas con lomas, o promontorios se reservaron a las zonas geográficas que por sus características morfológicas necesitaban representar ambientes de altura, Así, Europa y Asia están ubicadas en medio de una importante loma accidentada, lo mismo que América del Norte, la zona peruana cuenta con llanura, montes y la importante selva. Una isla en medio del lago central se ocupa de la zona de Oceanía. El lago central está pensado a manera de mar que separa los continentes Americano del Europeo y Asiático.

Esta disposición tipo aldea global ecológica está separadas por corredores que sirven de espacios amortiguadores entre zona y zona. Por acá discurren de manera alternada las vías de recorrido.

Un anillo mayor perimetral cercado y sembrado de arboles es la vía general de mantenimiento y servicio, la misa que se comunica con cada sector por la parte posterior de los mismos. Mide 100 mt. de ancho y cuenta con vías de escape, de servicio, sistemas de control anti-escape, pozas sedimentadoras, almacenes, silos, cocinas ubicadas a la altura de cada zona geográfica y estaciones de emergencia para una pronta evacuación en caso de peligro. Este anillo se conecta con el extremo opuesto a la entrada del zoo donde se ubica la zona de cuarentena y una zona reservada para actividades de proceso de basura, y eliminación de desechos.

El resultado es una Plano de Zonificación que nos muestra la extensión de cada zona geográfica, la ubicación de las lagunas y el lago central, los ríos, el anillo perimetral y la ubicación del Pabellón Central.

## **c.- Plan de recorridos**

A este nivel le corresponde el trazado, dimensionamiento de vías, establecer la red de comunicación entre cada centro de zona y el Pabellón central así como el diseño de secciones típicas según el grado de aproximación a determinada zona.

Para empezar, el partido giró sobre la ubicación de los centros de zona y su distancia respecto del Pabellón Central. Así, para llegar a un determinado centro, existe la posibilidad de trasladarse por agua o por tierra. Se aprovecharían las distancias largas para alternar el recorrido con paradas que inducen a atravesar zonas de aventura, las mismas que desembocan siempre a otra ruta de la misma jerarquía.

Cuando la geografía lo permite, se diseñan secciones con miradores o zonas de descanso. Se ha previsto separar los caminos de visita con los de servicio cuando por necesidad se tengan que aproximar.

Vías terrestres: son aquellas que admiten medios de locomoción naturales o mecánicos, sean estos a caballo, buguies, a marcha peatonal, bicicletas y camionetas o autos para rutas de servicio. Tienen un ancho mínimo de 2 mt en zonas públicas donde el trazado así lo requiera, un ancho de 3 mt. como ancho promedio en todas la secciones de vías y un ancho de 5 mt en zonas donde se proporciona un desfogue espacial al visitante, sobre todo cuando se llega a zonas de descanso autorizado o en cambio de rutas. A esta categoría se le ha provisto de paraderos de intercambio donde se puede hacer transbordo a medios de transporte fluvial y viceversa. También sirve para cambiar rutas hacia otras zonas o a los recorridos de aventura. Estos se caracterizan por atravesar zonas de naturaleza pura, son de recorrido temporal pudiendo tener hasta 40mt de recorrido sin implicar peligro de perderse o sufrir accidentes graves. Los más cortos miden 5 mt de recorrido.

Las vías fluviales se han previsto el recorrido por botes, canoas o medios similares de poco calado pues los ríos artificiales no exceden de 1.5 mt. de profundidad máxima para evitar accidentes. Este circuito es uno de los más interesantes pues permite internarse sin problemas por zonas de vegetación espesa y de aparente aislamiento. Cuentan con paraderos de intercambio vial donde se puede hacer transbordo al recorrido peatonal o a las zonas de aventura. El ancho de estos ríos es variable pero en términos generales existen desde 8 mt de ancho hasta 2 de ancho reservados estos para las canoas más angostas. Un detalle a subrayar es que todas las vías fluviales conducen a un lago mayor, lugar donde siempre se cuenta con embarcaderos y centros de atención inmediata. Cabe añadir que el sentido de descenso por gravedad de las aguas no es violento, salvo el diseño de cascadas, por lo que los recorridos pueden ser tanto de ida como de retorno.

La vía perimetral de servicio: está dentro de los 100 mt de ancho que ocupa el cerco perimetral arborizado de seguridad del zoo. Tiene un ancho de 8 mt, y esta destinada a alimentar directamente a cada zona geográfica por la posterior de cada una. Comparte ancho con las vías de escape y eliminación de desechos. Como espacio de servicio, cuenta con depósitos, zonas de maestranza, espacios de seguridad y resguardo, elementos de atención mecánica inmediata y de primeros auxilios tanto para animales como para personas.

Esta separa por una barrera visual y espacial del resto del zoo, está arborizada en toda su extensión y refuerza su seguridad con fosas de agua y cercos eléctricos disuasivos.

CAPITULO V  
El Pabellón Central

### 5.1.0 Generalidades

#### 5.1.1 Definición

Cuantificar áreas y requerimientos de espacio para el Pabellón Central necesitó de un acercamiento a las expectativas del usuario real. No se podían obviar las preferencias y demandas del visitante pues se trataba del espacio clave que marcaría el comienzo del zoo y aseguraría un crecimiento paulatino.

Para elaborar un cuadro de demandas nos basamos en los reportes que arrojó el Estudio de Prefactibilidad elaborado en Sedapal.

### **5.1.2 ENCUESTA ESPECIAL DE MERCADO**

#### **PARA ESTIMAR LA DEMANDA ESPECÍFICA**

##### **1. ESTRUCTURA DE LA DEMANDA**

Dada la alta diversificación de los productos del parque, podemos manifestar que la demanda potencial del parque está constituida por todas las personas, de todas las edades y de todos los niveles socio-económicos.

Sin embargo para propósitos del estudio de mercado hemos efectuado las siguientes diferenciaciones:

a) La demanda inmediata local, es decir la constituida por la población de Lima.

Resulta evidentemente que este segmento de mercado es el más fácil de medir y evaluar dadas las posibilidades efectivas de acceso al parque, sin embargo es importante también considerar que si bien Lima concentra a la tercera parte de la población del país y a la mayor porción de la población de mayores ingresos, existe una desigual distribución del ingreso, lo que limita de manera significativa la demanda efectiva de los clientes del parque, razón por la que posteriormente describiremos a los diferentes niveles socio – económico así como sus posibilidades reales de demanda.

b) La demanda complementaria local, constituida por la población del resto del país, la misma que por razones turísticas puede ser atraída por el parque, más aún si esta brindará facilidades de hospedaje.

Si bien sería pretender demasiado el afirmar que el Parque podría incrementar el turismo interno, si creemos que sería un factor que podría incrementarlo

c) La demanda internacional, proporcionada por el flujo turístico que podría ser orientado a visitar el parque. Si bien sería arrogante pretender que la sola existencia del Parque, podría significar un incremento significativo del flujo turístico, dado que el turismo internacional dispone de una gigantesca gama de alternativas, donde juega un importante rol el marketing internacional, el mismo que conjuntamente con las importantes inversiones efectuadas en infraestructura, redes de transporte e información, poseen negocios integrados vertical y horizontalmente, con la finalidad de aprovechar eficientemente el flujo turístico internacional.



No obstante lo anterior, nuestro país se beneficia con la llegada de un millón de turistas al año, lo que posibilitaría en principio el desarrollo de una estrategia con los hoteles, agencias de viaje y otras entidades relacionadas a la actividad de manera que permita aprovechar por lo menos a nivel inicial una porción del flujo turístico existente.

Por otro lado, tampoco debemos despreciar la posibilidad de acceder a los canales de la información internacional para presentar el proyecto como un centro de atención turística, sin embargo, para que esta inversión tenga los resultados esperados, deberá efectuarse una investigación más profunda de lo que implica competir en el mercado internacional, es decir la competencia, las facilidades de acceso, la mezcla de productos y alternativas al turista, los costos de transporte y alojamiento, la seguridad, la novedad, las barreras de entrada existentes, etc.

A continuación presentamos un cuadro que permite darnos una idea de lo que podría constituir la demanda del parque para el año 2005, basada en los aspectos anteriormente comentados.

## **2. ESQUEMA DE LA ENCUESTA DE MERCADO**

### **2.1 ENCUESTA PARQUE ECOLÓGICO**

#### **– Objetivo General**

Estimación del mercado potencial, es decir la cantidad de personas que están dispuestas a visitar un nuevo Parque Ecológico en Lima, bajo la concepción definida por el proyecto.

#### **– Metodología**

Para realizar el trabajo de encuesta fue necesario establecer y definir los siguientes aspectos:

### **A) OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Perfilar los hábitos, actitudes y comportamiento general del público objetivo, con relación a sus actividades de entretenimiento y esparcimiento familiar.
2. Establecer el grado de preferencia por la oferta del proyecto.
3. Estimar la media de la muestra del universo.

### **B) DEFINICION DEL UNIVERSO**

Está definido por el número de hogares de Lima Metropolitana que comprenden cinco niveles socio económicos, que para efectos de la encuesta el nivel D y E Conforman un solo estrato.

### **C) VARIABLES A MEDIR**

1. Porcentaje del universo estudiado que estaría dispuesto a visitar el parque.
2. Frecuencia de visitas.

3. Grado de preferencias por principales zonas y unidades específicas componentes del Parque.

#### **D) UNIDADES DE MUESTREO**

Los distritos de Lima Metropolitana clasificados por estratos.

#### **E) SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA MUESTRA**

Son elegidos al azar estratificado, mediante la tabla de números al azar considerando la clasificación de los distritos por estratos de modo que cada estrato tenga la misma oportunidad de ser elegido

#### **F) TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Se estableció “A priori” una aceptación del proyecto no menor del 75% y un rechazo del 25% de modo que con un error del 3,7% se determinó el tamaño de la muestra en 580 entrevistas.

Según la siguiente formula:

$$T = k pq / E^2$$

Donde:

T: Tamaño de la muestra  
K: Constante 3,84  
P: Porcentaje de aceptación  
Q: Porcentaje de rechazo  
E: Error permitido

#### **G) TRABAJO DE CAMPO**

Para lograr un adecuado reflejo de la realidad se procedió de la siguiente manera. Se elaboró un cuestionario previo el cual fue aprobado en el campo para determinar su funcionalidad práctica y medir los tiempos que demoraba su ejecución. Finalmente se utilizó el cuestionario que a continuación se muestra y con el cual el personal de encuestadores realizó las entrevistas de hogares contando con una supervisión de campo en un 30%.

## **2.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA**

### **– Análisis Cualitativo**

Estimación del mercado potencial, es decir la cantidad de personas que están dispuestas a visitar un nuevo Parque Ecológico en Lima, bajo la concepción definida por el proyecto.

#### **A) EN RELACION A LOS HABITOS DE ENTRETENIMIENTO Y ESPARCIMIENTO FAMILIAR**

Todos los limeños, entendiendo limeños no necesariamente nacidos en Lima, si no quienes residen en Lima Metropolitana, buscan afanosamente ponerse en contacto con la Naturaleza, lo cual es natural en cualquier habitante que vive en grandes centros

urbanos. Entonces resulta normal que las familias limeñas, de cualquier estrato y en la medida de sus posibilidades, disfrute del mar y del campo, pero a este disfrute se ha agregado las recreaciones de carácter intelectual y educativo lo que se constituye en el ya conocido “ocio inteligente”. Los resultados de la encuesta muestran formas específicas de hábitos de entretenimiento y esparcimiento actual de los diversos estratos estudiados cuyas diferencias en capacidad adquisitiva ha formado costumbres distintas y de variada intensidad, pero que mantiene una constante en estos hábitos: Mar –Campo –Ocio Inteligente, al cual hay que agregar las emotivas reuniones de las discotecas, bulevares, casinos y conciertos musicales que proliferan en toda la ciudad.

## **1) ESTRATO A**

Los integrantes de este nivel socio económico, por lo general, son socios de clubes privados campestres, de playas y acostumbra a salir los fines de semana con la familia. Son exigentes en los aspectos de limpieza, orden, seguridad y calidad de los servicios en los lugares donde concurren. Los jóvenes asisten a discotecas de buen nivel practican deportes como el tenis y natación en academias. Hacen uso frecuente del Internet y de procesos computarizados.

En la encuesta se encuentran respuestas acerca de algunos lugares a los que concurren, como a las playas de Pucusana, al sur de Lima en el verano con regular frecuencia, al golf de San Isidro, a Canchas de tenis, a Chaclacayo, Cieneguilla, Pantanos de Villa, El Pueblo, Islas Ballestas, además de realizar viajes al interior y el exterior. Compran con frecuencia Software y paquetes de juegos de videos. En sus actividades sociales asisten al Teatro, Conciertos de música clásica y Operas, a Ceremonias religiosas y eventos deportivos. Algunos gustan de la hípica y la corrida de toros.

Cabe mencionar algunas sugerencias de los encuestados de este estrato como referencia para evaluar su consideración del proyecto:

- Facilidades de parqueo
- Excelentes servicios higiénicos
- Zonas de emergencia médica
- Guarderías
- Conciertos Musicales
- Espacios para pasear con mascotas
- Mundo de Informática
- Discotecas
- Pistas de Ciclismo, Atletismo
- Iglesia
- Aceptación de Socios

## **2) ESTRATO B**

Este nivel tiene los mismos hábitos de recreación y esparcimiento que el estrato anterior marcando su diferencia por la frecuencia de concurrencia. Destaca entre los encuestados su preferencia a concurrir los fines de semana a restaurantes campestres – club “El Bosque”, Chosica, Huachipa y a los clubs playas en el verano. Muchos pertenecen a clubs regionales y asociaciones profesionales donde realizan sus reuniones sociales, culturales e intelectuales.

Del resultado de la encuesta se muestran un inventario de sugerencias que pueden determinarse como las más importantes encontradas en este estrato.

Se mencionan las siguientes:

- Lugar para personas de tercera edad
- Zonas para acampar

- Excelentes servicios de comida
- Academias deportivas
- Lugar exclusivo y seguro para dejar niños
- Lugar de sombras
- Deporte en montaña
- Caminatas
- Videos Pub, discotecas
- Paseos dirigidos
- Diversión nocturna para mayores
- Conciertos musicales
- Show infantiles
- Juegos de videos para niños

### **3) ESTRATO C**

Por lo general las personas de este Estrato no pertenecen a clubs privados, los encuestados manifiestan pasar los fines de semana- en casa, con la familia o visitando Parques Zonales. Para la distracción de sus menores hijos suelen salir al campo y al cine con menor frecuencia que los estratos anteriores, asisten a la Feria del Pacífico y eventos deportivos. Los mas jóvenes concurren a discotecas, bulevares, conciertos musicales y hacen uso frecuente de alquileres de cabinas de Internet y computadoras.

Las sugerencias encontradas son las siguientes:

- Presentaciones folclóricas
- Restaurantes de comida típicas
- Shows artísticos
- Canchas de tenis
- Areas para cocinar parrilladas.
- Facilidades para transportarse
- Todo lo relacionado al Mar y las ciencias
- Flores de todo tipo
- Caños en el camino
- Videos de juegos
- Capillas

### **4) ESTRATO D**

Los hábitos de recreación y entretenimiento están más circunscritos alrededor del ámbito de la vivienda. Permanecen regularmente en casa los fines de semana. Visitan, también, los parques zonales y en el verano se organizan en grupos de mas familias y alquilan ómnibuses para ir a las playas. Participan en reuniones sociales organizadas por los vecinos y concurren a reuniones religiosas. Los jóvenes practican los deportes populares en las calles o en losas deportivas de los parques cercanos. También son concurrentes a discotecas y eventos musicales populares.

Las sugerencias encontradas son las siguientes:

- Juegos en el aire
- Comidas típicas
- Variedad de juegos para niños
- Guarderías
- Zonas para acampar

- Postas medicas
- Exposiciones mineras
- Globos aerostáticos
- Días populares, promociones

– **Análisis Cuantitativo**

A) EN RELACION A LAS PREFERENCIAS DE LAS ZONAS PRINCIPALES COMPONENTES DEL PROYECTO, SEGUN ESTRATOS

Los Estratos A y B en un 82% prefieren la zona denominada como el MUNDO ACUÁTICO, dónde se podrá apreciar el Delfinario, Lobos marinos, El Acuario y Oceanario. En Segunda prioridad el estrato A muestra su preferencia en 67% por el JARDIN BOTANICO y el estrato B por el ZOOLOGICO en un 72%. El estrato A muestra su preferencia por el zoológico en tercera prioridad con el 65%. El concepto de la zona de zoológico, es entendido como el área dónde existen una variedad de especies de animales no acuáticos Nacionales y los más significativos del resto del Mundo como Leones, Tigres, Jaguares, Jirafas, Elefantes y otros. La zona de RECREACION ocupa un cuarto nivel de preferencia porque es entendida más como una zona de juegos mecánicos para niños y jóvenes lo cual es una recreación que satisface ampliamente a estos niveles socio económico y un poco menos como recreación Educativa y Cultural que debe darse a través de la Granja Interactiva y el Circuito Historia de los países. Estimamos que en la etapa operativa adquiriendo una mejor comprensión de estas zonas deben mejorar los porcentajes conceptuales de preferencias registrados por la encuesta.

En el estrato C, la preferencia mayor es por el MUNDO ACUATICO con un 77%, seguido por la preferencia al ZOOLOGICO con un 74%, mientras que en el estrato D, es a la inversa, la preferencia mayor es por el ZOOLOGICO con un 74% seguido por el MUNDO ACUATICO con un 68%. Ambos estratos C y D muestran en tercer orden sus preferencias por la zona de RECREACION con 56% y 59% respectivamente. Hacemos notar que la zona del jardín botánico tiene más adeptos en los estratos A y B.

En términos generales se desprende de la encuesta, que las zonas de mayor preferencia por los estratos se dan de la siguiente manera:

- EL MUNDO ACUATICO en los estratos A, B y C.
- EL ZOOLOGICO en los estratos C y D,
- EL JARDIN BOTÁNICO en los estratos A y B
- RECREACION en los estratos C y D
- MUSEO ARQUEOLOGICO mantiene una preferencia de cuarto nivel en todos los estratos por el concepto tradicional que se tiene sobre los museos. Sin embargo, esto podría cambiar una vez que se entienda y aprecie el manejo moderno y conceptual que tendría el Museo como parte integral del Proyecto. Opinamos que las preferencias se incrementarían en los estratos.

En el cuadro N° 2.2.a se muestra las preferencias porcentuales por cada zona y por estrato

**Cuadro N° 2.2.a**

Preferencia por Zonas	Estratos			
	A(%)	B/(%)	C(%)	D(%)
<b>Mundo Acuático</b>	81.3	82.2	77.2	68.9
<b>Jardín Botánico</b>	66.8	57.5	50.6	51.0
<b>Recreación</b>	49.3	52.4	56.1	59.0
<b>Zoológico</b>	65.5	71.7	73.7	73.6
<b>Museo Arqueológico</b>	37.1	33.8	38.1	37.2

*Fuente: encuesta en Lima Metropolitana – Nov. 2000/CADUCEO*

**B) EN RELACION A LAS PREFERENCIAS POR UNIDADES ESPECIFICAS DE ATRACCION**

Se expresan los resultados siguiendo el orden de agrupamiento y las unidades que comprenden, que están descritas en la pregunta N° 6 del cuestionario.

Todos los Estratos muestran su mayor preferencia en el grupo 1 por el Safari ,siendo el Estrato B el de mayor porcentaje de aceptación 82% seguido del Estrato C con un 80% . En el grupo 2, el paseo tradicional en bote sigue siendo una distracción preferente entre los limeños de cualquier Estrato que muestran en promedio un 71% de aceptación, en segundo orden de preferencia. A excepción del Estrato D, los demás estratos en un 60%, están dispuestos a disfrutar de un paseo mas emotivo como el Canotaje. En el grupo 3, la unidad Acuario sobresale en las preferencias de los estratos con un promedio del 74%, lo que confirma la preferencia del Mundo Acuático. Conviene señalar que en el Estrato D, la unidad Acumanía tiene un porcentaje parecido al Acuario. En el grupo 4 ,la mayor preferencia por el Jardín Botánico lo muestra el Estrato A con el 79%, en segundo orden se elige a la unidad de Educación Ambiental cuyos porcentajes más altos son de los estratos A, B y C. en un orden del 65%. En el grupo 5 las preferencias son por el complejo deportivo, 90% en el estrato B y C, y 87% en A , entendido como un lugar donde se tendría la oportunidad de practicar y aprender todo tipo de deporte. En el grupo 6, el estrato A en un 61% no tendría inconveniente en adquirir alojamientos permanentes alrededor del Parque, sin embargo comparativamente un 90% estima mejor alojarse en Bungalows. Similarmente es la opinión de los estratos B C y D destacando de esta manera la preferencias por los Bungalows.

En el cuadro N° 2.2.b se muestra las preferencias porcentuales por las unidades específicas según los estratos.

**C) EN RELACION AL COSTO DE INGRESO**

El estrato A, le es indiferente el valor de una entrada general para tener acceso al Parque. Sin embargo algunos encuestados de este estrato dieron un valor y en promedio

resultó que el promedio a pagar por este concepto es de S/. 28,90 equivalente a US \$ 8,20 actualmente.

En el cuadro No 2.2.c se muestra lo dispuesto a pagar por cada estrato.

**Cuadro N° 2.2.c**

ESTRATO	DISPUESTO A PAGAR PROMEDIO	
	Soles	Dólares
A	28,8	8,2
B	15,6	4,5
C	9,4	2,6
D	5,3	1,5

#### D) EN RELACION A LA MEDIA DEL UNIVERSO

Para ello se tuvo en cuenta lo siguiente:

##### 1.- La media de cada Estrato

Esta se encuentra del procesamiento de las tablas de recojo de información –se adjuntan en el anexo- en el cual se contempla el número de jefes de familia entrevistados y los miembros componentes del hogar, con la hipótesis de si existe aceptación del concepto del proyecto de parte del jefe de familia esto, involucra a todos los miembros, lo cual tiene un sesgo cuando en el hogar hay hijos mayores de edad, sin embargo en las entrevistas realizadas también a solteros el porcentaje de aceptación al proyecto es alto, del cual puede deducirse que el sesgo no es muy significativo. Conocido el número de componentes que aceptan el proyecto se obtiene la media de la muestra de cada estrato. A continuación se presentan los resultados del procesamiento de la encuesta en relación a la media de la muestra de cada estrato y la aceptación o rechazo al concepto del Proyecto }

ESTRATO	JEFES DE FAMILIA		MEDIA DE LA MUESTRA
	Aceptan	Rechazan	
<b>A</b>	94%	06%	4,32
<b>B</b>	97%	13%	4,48
<b>C</b>	84%	16%	4,29
<b>D</b>	78%	22%	4,18

##### 2.- Peso de cada estrato W

El peso asignado a cada estrato se establece según la distribución de la población de los distritos estratificados que fueron seleccionados para la encuesta y cuya elección obedecieron a la tabla de los números al azar de modo que todos los distritos de Lima Metropolitana tuvieron la misma oportunidad de ser elegidos. de esta forma se tiene

**Distritos  
Seleccionados**

**Población estimada  
Al año 1999**

**Total** **2 920 933**

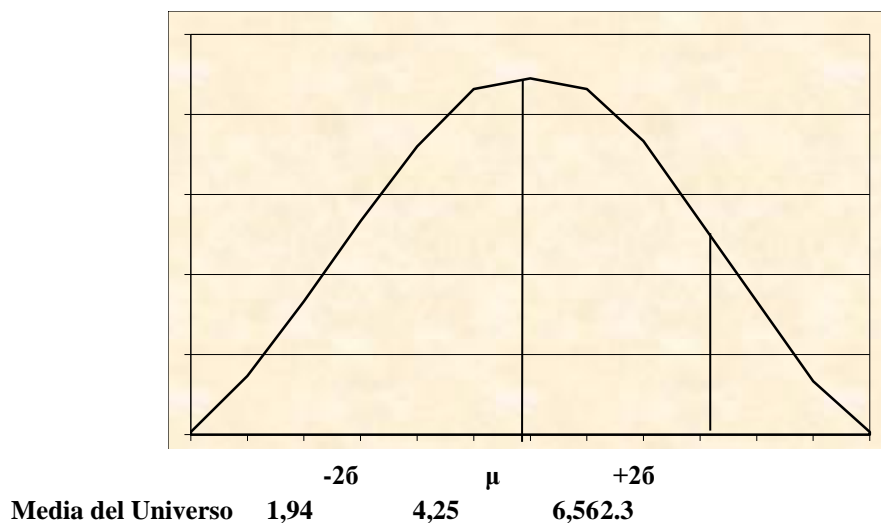
<b>ESTRATO</b>	<b>Población Estimada</b>	<b>Peso Asignado W</b>
<b>A</b>	175 256	0,06
<b>B</b>	292 093	0,10
<b>C</b>	1 022 327	0,35
<b>D</b>	1 431 257	0,49

## 133



Estableciendo la curva de distribución normal para el estudio, la media del universo fluctuaría entre 1,94 y 6,56 tal como se puede apreciar en el gráfico siguiente:  
**INTERVALO DE CONFIANZA 95%**

#### DEMANDA PARA EL PROYECTO

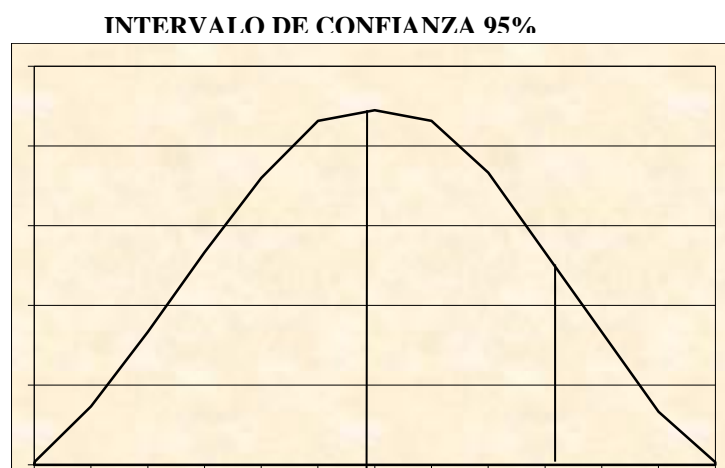


La demanda está básicamente determinada por los resultados de la encuesta en el ámbito de Lima Metropolitana, al cual se suma una apreciación estimada de la captación del turismo externo y Nacional.

#### — **Del Ámbito de Lima Metropolitana**

Considerando el número de hogares en Lima Metropolitana en el orden de 1 500 000, y el cálculo de la media del universo, además de conocer la frecuencia promedio de visitas determinadas por las frecuencias estimadas para cada estrato, y el grado de aceptación promedio al proyecto, se estima que la cantidad de visitantes al proyecto en una etapa de funcionamiento con las zonas principales y unidades específicas mostradas en la encuesta, sería alrededor de 8 200 000. Si tomamos en cuenta la distribución normal de probabilidades mostradas en el gráfico anterior, podemos afirmar con un intervalo de 95% de confianza que los visitantes estarían entre una demanda conservadora de 3 700 000 y una optimista de 12 700 000. También se ha estimado en forma similar los visitantes por estrato puesto que se conoce la media muestral de cada estrato y sus frecuencias respectivas.

A continuación se muestran las fluctuaciones de los visitantes en curva normal con el intervalo de 95% de confianza en el gráfico siguiente y en el cuadro 2.3 – 1 el consolidado de los resultados cuantitativos referidos en este acápite.



	-26	$\mu$	+26
Aceptación el Proyecto en Miles	3 700	8 200	12 700

Error Típico:  $S_x$  1,16  
 $26 \pm 2,31$

#### – ***Del Turismo Extranjero***

Se estima que el número de turistas llegados al Perú en este año serán :

1 000 000 del cual 73% arriban a Lima y 81% vienen con propósito de recreación según información registrada en el acápite aspectos turísticos, en esta forma cuantificamos una demanda potencial del orden de 591 300 turistas.

Si mantenemos en forma conservadora los indicadores actuales de visitas al parque de las leyendas y Cer Huachipa del orden del 10%, determinamos una captación del turismo extranjero en términos conservadores de 59 000. Y en términos optimista asumimos un indicador del 30%, determinando de esta manera 172 000 turistas.

#### – ***Del Turismo Nacional***

El turismo Nacional arribado en Lima en 1997 es de 3 516 227 siendo su participación en el turismo un 88%, manteniendo esta participación y proyectándose al año 2000 el turismo extranjero según información del gráfico “ Concentración Turística y Servicios Limitados”, - el mismo que se muestra en la página siguiente - cuya tasa es de 7,5% , se calcula que el turismo Nacional actualmente es de una demanda potencial de 4 320 911.

Dentro de una posición conservadora se estima un 10% de la demanda potencial del turismo Nacional será captado en sus inicios, esto es 4 32 000 y en un 20% posición optimista esto es 864 000

#### – ***Proyecciones de la Demanda***

Se determina una proyección para los primeros cinco años bajo una óptica media es decir entre una posición conservadora y optimista. En esta forma según lo estimado anteriormente, se procede a las proyecciones considerando que en el ámbito de Lima Metropolitana la posición media es la estimada para la media del Universo en la encuesta y cuyas fluctuaciones se asumen como demandas que pueden darse al inicio y final de estas proyecciones.

En cuanto al Turismo extranjero se tiene dos escenarios uno conservador, tomando en cuenta la tasa de crecimiento obtenida entre los últimos años 1996-1999 esto es 12,5% y otro optimista aceptando las proyecciones del turismo receptivo al año 2005, de un flujo de turistas de 2 500 000 que significa un crecimiento promedio anual de 20%, con estas tasas se proyectan en sus dos posiciones, para cinco años la captación del turismo extranjero determinado anteriormente y los promedios de cada año se asumen como la demandas medias para el proyecto.

**Cuadro N° 2.3 - 2**

**DEMANDA PROYECTADA DEL TURISMO EXTRANJERO**

En miles de visitantes

CONCEPTO	AÑOS				
	1	2	3	4	5
CONSERVADOR	59	67	75	84	95
MEDIO	115,5	136,5	161,5	190,5	226
OPTIMISTA	172	206	248	297	357

En cuanto al Turismo Nacional en similar forma se proyectan con las tasa indicadas y manteniendo constante su participación determinada en el año 1997. La proyección conservadora asume una participación del 88% para un crecimiento del turismo del orden del 7,5% y en un escenario optimista mantiene la tasa de crecimiento promedio anual del 20%. Ver cuadro N° 2.2 – 3

**Cuadro N° 2.3 - 3**

**DEMANDA PROYECTADA DEL TURISMO NACIONAL**

En miles de visitantes

CONCEPTO	AÑOS				
	1	2	3	4	5
CONSERVADOR	432,0	464,4	498,8	536,2	576,4
MEDIO	648,0	750,6	871,5	1 14,6	1 184,0
OPTIMISTA	864,0	1 036,8	1 244,2	1 492,0	1 791,6

2.

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° 2.3 - 4**

**DEMANDA OBJETIVO PROYECTADA**

**POSICIÓN MEDIA**

En miles de visitantes

CONCEPTO	AÑOS				
	1	2	3	4	5
Lima Metropolitana	3 700	5 032	8 000	10 880	12 700
Turismo Extranjero	115	136	161	190	226
Turismo Nacional	648	750	871	1 015	1 184
<b>TOTAL</b>	<b>4 463</b>	<b>5 918</b>	<b>9 032</b>	<b>12 085</b>	<b>14 110</b>

*Fuente Elaboración Propia*

### 3. COMERCIALIZACIÓN

Al tener un mercado potencial susceptible de captarlo por el carácter del proyecto en su condición única en su género en nuestro medio, el trabajo del Marketing debe concentrarse en sus aspectos de promoción, publicidad y precios.

En un principio se establecerían mecanismos directos vía promoción de diversos programas elaborados sobre la base de segmentos identificados del mercado que pertenecen a los diversos estratos estudiados.

No perder de vista negocios que también pueden realizarse con las poblaciones masivas de los estratos C y D, sobre todo por la demanda insatisfecha que existe en los aspectos educativos.

En una dimensión mayor, a escala nacional se tendrían previa investigación convenios con empresas e instituciones de solvencia económica para promocionar los programas y facilitar las visitas de su personal.

Asimismo se debe utilizar la infraestructura de las agencias de viaje como puntos de venta, incluyendo dentro de los paquetes turísticos programas de visitas al parque.

De otro lado es importante concertar acciones con todos los entes dedicados al turismo receptivo, y utilizar los mecanismos dinámicos de comercialización como los utilizados por Prom Perú, mediante los Workshops y Presstour, que permitirían lograr cantidades importantes de flujos turísticos para el proyecto.

#### 4. OFERTA ACTUAL

De los Parques del sistema Metropolitano de recreación relacionados con el estudio se han considerado el Parque Central de Las Leyendas, el Parque San Juan de Miraflores – Jardín Botánico (Huayna Capac), Parque Pantano de Villa y el actual centro Ecológico Recreacional Huachipa, de los cuales se ha obtenido información sobre la demanda de visitantes al CER Huachipa y al Parque de Las Leyendas que serán utilizados como referencia para estimar la demanda objetivo para el proyecto.

##### 4.1 CER HUACHIPA

En 1 999 611 215 personas visitaron al CER Huachipa y este año hasta el mes de Junio ya lo habían visitado 235 983, lo cual significa un promedio de 50 934 visitantes mensuales en el mejor de los casos. Según lo anterior se obtiene un indicador en función de la población de Lima Metropolitana de 87.3 visitantes por mil habitantes **(ver cuadro N° 4.a)**. Se estima que un 5% de los visitantes son turistas. Además existen programas de carácter estatal y apoyo social que han generado un 23% y 8% de los visitantes.

El área de estacionamiento, ha ofrecido servicios de parqueo a 42 024 unidades de automóviles y 1 509 buses **(ver cuadro N° 4.b)**.

##### Tarifas

Actualmente la tarifa para el público en general es de S/.6.50 y los niños entre 4 a 9 años pagan S/.4.00 y el parqueo de automóviles y buses es de 5 y 10 soles respectivamente **(ver cuadro N° 4.c)**.

Los ingresos generados por los visitantes son de S/. 2 611 454 del cual 78% corresponde a entradas del público en general y 16% por los programas de carácter estatal que cuenta con descuentos en las tarifas, es de mencionar que los programas de apoyo social no generan ingresos **(ver cuadro N° 4.d)**.

De otro lado los ingresos obtenidos por los servicios de estacionamiento y otros asciende a 380 929, siendo también importante los ingresos generados por la venta de souvenirs **(ver cuadro N° 4.e)**.

En términos globales el total de Ingresos obtenidos en 1 999 son de 2 992 383 soles, estableciéndose una relación S/5.0 soles/visitante o 1.5 dólares por visitante.

##### 4.1 PARQUE CENTRAL DE LAS LEYENDAS

Los visitantes en este Parque son alrededor de 1 000 000, es decir un promedio de 83 000/mes, obteniendo un indicador en función de la población de Lima Metropolitana de 143 visitantes por mil habitantes. Se estima que un 10% de los visitantes son turistas.

**Cuadro N° 4.b**

**SERVICIOS DE ESTACIONAMIENTO**

**Año 1999**

<b>MESES</b>	<b>AUTOMOVILES (N° unidades)</b>	<b>BUSES (N° unidades)</b>
ENERO	---	1,00
FEBRERO	1 629,00	130,00
MARZO	3 936,00	8,00
ABRIL	4 764,00	33,00
MAYO	5 894,00	51,00
JUNIO	4 326,00	191,00
JULIO	5 732,00	179,00
AGOSTO	6 363,00	206,00
SEPTIEMBRE	2 654,00	366,00
OCTUBRE	3 498,00	197,00
NOVIEMBRE	1 793,00	136,00
DICIEMBRE	1 435,00	11,00
<b>TOTAL</b>	<b>42 024,00</b>	<b>1 509,00</b>

**Año 2000**

<b>MESES</b>	<b>AUTOMOVILES (N° unidades)</b>	<b>BUSES (N° unidades)</b>
ENERO	2 747,00	13,00
FEBRERO	1 733,00	46,00
MARZO	2 121,00	21,00
ABRIL	3 148,00	17,00
MAYO	2 261,00	58,00
JUNIO	2 453,00	114,00
<b>TOTAL</b>	<b>14 463,00</b>	<b>269,00</b>

**Cuadro N° 4.**

**TARIFAS**  
**PÚBLICO EN GENERAL**

Adulto	S/.	6.50
Niños (4 a 9 años)	S/.	4.00
Parqueo Automóvil	S/.	5.00
Parqueo de Buses	S/.	10.00
Uso de Filmadora	S/.	5.00
Visitas Guiadas Grupo hasta 25 personas	S/.	10.00

**CONCLUSIONES**

Con el respectivo análisis de demandas y comparación paralela con el CER HUACHIPA y el PARQUE DE LAS LEYENDAS, pudimos atisbar a una primera aproximación de programa para el Pabellón Central.

Estaba claro que el futuro Zoo debía contar con elementos de gobierno y zonas de facilidades a los visitantes. Además, el tema del estacionamiento estaba comprometido con la cantidad de visitantes y el cuidado que su presencia marcaría en el paisaje.

Asimismo, de acuerdo a los objetivos trazados por el Zoo de Lima, debía apuntar hacia su vocación educativa y de investigación toda vez que se encuentra dentro de un marco de desarrollo ecológico y de protección a la naturaleza.

Del estudio de tipologías se desprende la necesidad de una zona de cuarentenaria, una de apoyo técnico y otra de servicios de transporte interno sea este fluvial o por tierra.

De esta manera el primer esbozo de programa nos muestra una imagen de Centro de Operaciones, casi una ciudadela que se ocupa de mantener a los visitantes en buen estado.

El concepto de ciudadela de investigación y centro de visitantes dominó un buen tramo de diseño inicial. Al final se materializó en el Pabellón Central, tema este que se desarrolla más adelante.

Es importante señalar que el programa fue elaborado íntegramente en su primer bosquejo a nivel de propuesta por el autor de la tesis, Gustavo Suárez. Luego este fue cotejado con personas especialistas del Cer Huachipa y Parque de Las Leyendas siendo ajustado a realidades de requerimientos en cuanto a dimensiones operativas y coordinación de funciones.

### 5.1.3 BOSQUEJO DE PROPUESTA DE PROGRAMA

- ZONA DE ENTRADA
  - Control
  - Boletería
  - Estacionamiento
  - Servicios higiénicos
- ZONA DE ADMINISTRACION
  - Dirección y gerencia
  - Area administrativa
  - Area de operaciones
  - Area de relaciones públicas
  - Servicios higiénicos
- ZONA DE INFORMES
  - Area de servicio patrulla.
  - Area de circuito cerrado y tv.
- ZONA EDUCATIVA
  - Auditorio
  - Area de exposiciones
  - Biblioteca
  - Area de simulaciones
  - Area de adiestramiento e instrucción
  - Espectáculos con animales
  - Servicios higiénicos
- ZONA INVESTIGACION
  - Laboratorios
  - Clínica de animales
- Bioterio o zona de reproducción
  - Depósito de animales
  - Depósitos de basura, cadáveres
  - Servicios higiénicos
- ZONA TECNICA
  - Area de equipos electrógenos
  - Area de equipos de bombeo
  - Area de mantenimiento y maestranza
- ZONA CUARENTENARIA
  - Depósitos de animales
  - Area e cuidadores y adiestradores
  - Area de especialistas
  - Area de seguridad
  - Depósitos de alimentos y basura
  - Area de aislamientos temporal
  - Servicios higiénicos
- ZONA DE TRANSPORTE
  - Estación de trencitos
  - Estación de buses y buguies
  - Estación de botes
  - Parada de coballos



## 5.2.0 PROCESO DE DISEÑO

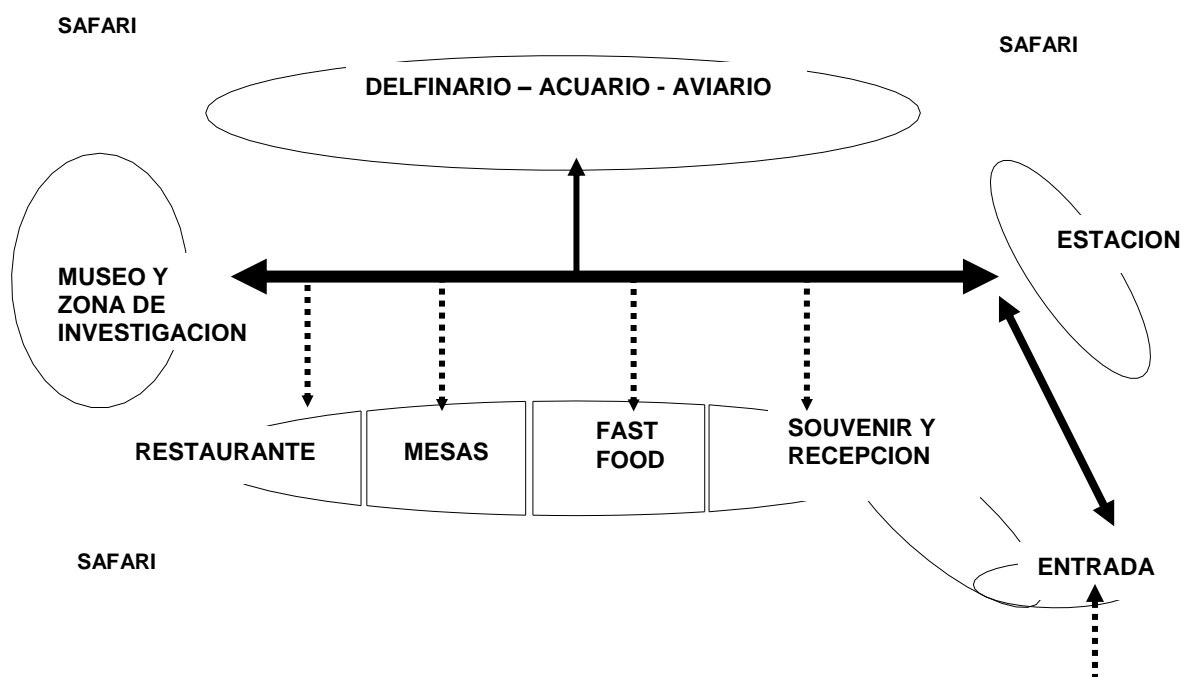
### 5.2.1 Descripción del método

Para la preparación de este programa seguí un esquema simple que creo debe ser siempre la pauta para engranar todo proceso de diseño, ¿Qué se busca?, ¿Cuál será mi argumento de diseño?, ¿Qué medios debo usar?, repartir tareas y agruparlos por afinidad.

Luego de las primeras sesiones para confrontación de metas, se fueron afinando funciones y tareas especializadas, así como el dimensionamiento de áreas para cada ambiente y/o sector.

Dos decisiones importantes. Primera, la separación de las exhibiciones de alta tecnología en un organismo independiente pero ligados entre si. De esta manera, exhibiciones como el acuario, el delfinario, aviario y mamíferos estarían separadas espacialmente más no compositivamente del diseño del Pabellón Central. Segunda, como el concepto de la inversión de los papeles se maneja en todo el parque zoológico, no había, conceptualmente hablando, espacio para los mamíferos en la Zona del Pabellón Central. Si la intención es la de transmitir una concentración de elementos producidos por el hombre con una “ausencia de libertad” palpable desde el momento en que uno traspone la Zona en cuestión, entonces la solución estaba dada dentro del mismo concepto. Los mamíferos estarían “alrededor” del Pabellón Central, dispuestos en Zonas Geográficas como “rodeando” al hombre y sus productos. La presencia del aviario como elemento liviano y etéreo es la materialización del intento del hombre por “atrapar” lo natural para dominarlo y someterlo.

De este modo, la nueva configuración del Pabellón Central adquiriría la siguiente forma:



Se puede observar que ahora el sector de Exhibiciones especiales luce como un volumen independiente así como el sector de los mamíferos está fuera del recinto del Pabellón Central.

De esta manera, el nuevo Programa Arquitectónico del Pabellón central queda conformado de la siguiente manera:

## PROGRAMA ARQUITECTONICO DEFINITIVO

<b>AMINISTRACION</b>	<b>643m<sup>2</sup></b>	<b>Area + 18%</b>
Area de Concejo Directivo		
Sala de reuniones	50m <sup>2</sup>	
Despacho Presidencial	20m <sup>2</sup>	
Secretaría	10m <sup>2</sup>	
Area de Administración	56m <sup>2</sup>	
Area de Contabilidad	56m <sup>2</sup>	
Area de abastecimientos	56m <sup>2</sup>	
Area de presupuestos	56m <sup>2</sup>	
Area de tesorería	40m <sup>2</sup>	
Area de personal	20m <sup>2</sup>	
Area de relaciones públicas		
Dep. Promoción	12m <sup>2</sup>	
Dep. Educación	12m <sup>2</sup>	
Dep. Programas Especiales	20m <sup>2</sup>	
Area de operaciones y coordinación		
Of. Mantenimiento de Safari	30m <sup>2</sup>	
Of. Botánica	20m <sup>2</sup>	
Of. Mundo acuático	20m <sup>2</sup>	
Of. Fauna	20m <sup>2</sup>	
Of. Exhibiciones	20m <sup>2</sup>	
Area Mantenimiento	60m <sup>2</sup>	
Area circuito cerrado TV	30m <sup>2</sup>	
Area infraestructura	35m <sup>2</sup>	<b>758.74 m<sup>2</sup></b>
<b>SERVICIOS PUBLICOS</b>	<b>1095m<sup>2</sup></b>	
Espectáculos con animales		
Anfiteatro(150 personas)	200m <sup>2</sup>	
Zona de calentamiento	70m <sup>2</sup>	
SSH	35m <sup>2</sup>	
Depósitos	40m <sup>2</sup>	
Parque de atracciones	libre	
Sala de conferencias	180m <sup>2</sup>	
Restaurante (250 personas)	250m <sup>2</sup>	
Souvenirs	50m <sup>2</sup>	
Eventos especiales	170m <sup>2</sup>	
Zoo - virtual. Dioramas	100m <sup>2</sup>	<b>1292.10 m<sup>2</sup></b>

5.2.2 EVOLUCION FORMAL DEL DISEÑO  
“LA INVERSION DE LOS PAPELES”

<b>ESTACION AL SAFARI</b>	<b>900m<sup>2</sup></b>	
Boletería	15m <sup>2</sup>	
Estación de ferrocarril	175m <sup>2</sup>	
Estación de mini-vans	250m <sup>2</sup>	
Estación de teleférico	150m <sup>2</sup>	
Alquiler de servicios	60m <sup>2</sup>	
Restaurante (250 personas)	250m <sup>2</sup>	<b>1 0 6 2 . 0 0 m<sup>2</sup></b>
<b>INVESTIGACION Y EXHIBICION</b>	<b>3320m<sup>2</sup></b>	
Auditorio (250 personas)	250m <sup>2</sup>	
Sala de exhibición permanente Aves Mariposas Insectos	2500m <sup>2</sup> ref.	
Biblioteca	50m <sup>2</sup>	
Sala de exposiciones temáticas	80m <sup>2</sup>	
Videoteca	50m <sup>2</sup>	
Sala de animales disecados	80m <sup>2</sup>	
Area de reproducción	70m <sup>2</sup>	
Invernaderos	240m <sup>2</sup>	
Instalaciones Especiales: acuario	*	
delfinario	*	
aviario	*	<b>3 9 5 2 . 6 m<sup>2</sup></b>
<b>SOPORTE Y CUIDADO DEL SAFARI</b>	<b>363m<sup>2</sup></b>	
Clínica - Hospital (Al medio del Safari)	138m <sup>2</sup>	
Banco de ADN	20m <sup>2</sup>	
Veterinaria	30m <sup>2</sup>	
Alimentación	30m <sup>2</sup>	
Higiene y preservación	30m <sup>2</sup>	
Cuidados psíquicos	15m <sup>2</sup>	
Maestranza	50m <sup>2</sup>	
Capacitación veterinaria	50m <sup>2</sup>	<b>4 2 8 . 3 4 m<sup>2</sup></b>
<b>AREA TECNICA</b>	<b>365m<sup>2</sup></b>	
Equipos de bombeo	50m <sup>2</sup>	
Depósitos de agua	150m <sup>2</sup>	
Depósitos oxígeno	50m <sup>2</sup>	
Calefacción	50m <sup>2</sup>	
Cocinas	35m <sup>2</sup>	
Cámaras frigoríficas	30m <sup>2</sup>	<b>4 3 0 . 7 m<sup>2</sup></b>
<b>DEPOSITOS DE ANIMALES</b>	<b>130m<sup>2</sup></b>	
Zona de jaulas	60m <sup>2</sup>	
Zona de cuidador	12m <sup>2</sup>	
SSHH	8m <sup>2</sup>	
Oficina	10m <sup>2</sup>	
Guardianía	15m <sup>2</sup>	
Sala de adiestramiento	25m <sup>2</sup>	
<b>PARQUEO ( 4 000 AUTOS )</b>	<b>16000m<sup>2</sup></b>	
<b>CUARENTENARIA</b>	<b>100m<sup>2</sup></b>	
<b>SAFARI</b>	<b>800 has.</b>	

**AREA TOTAL CONSTRUIDA 65170.2m<sup>2</sup>**

\* Ambientes sujetos a una revisión especializada

\* Area construída sin contar acuario, delfinario ni aviario.

El rol simbólico de la inversión según Shneider, la continuidad de la vida está asegurada por el sacrificio mutuo que se establece en la cima de la montaña mística; las muertes permiten los nacimientos. Todos los contrarios se fusionan por un instante y luego se invierten. Lo constructivo llega a ser destructivo, el amor se transforma en odio, el bien en mal, la felicidad en infelicidad, el martirio en éxtasis. Aludir a un foco de inversión es, de alguna manera, aproximarse a un grado de sublimación, es aproximarse a un instante durante el cual un instante deja de serlo para convertirse en otro opuesto en aras de una continuidad que asegure el alcance del equilibrio, punto donde la continuidad muere y el antagonismo cesa. Toda inversión es por naturaleza una dualidad. Y la dualidad, en pro de su continuidad, es dependiente de su propio antagonismo. Del mismo modo que la pureza de lo que definimos como “blanco” no se puede entender sin la definición de “negro”, “lo bueno” no encuentra una definición total sin recurrir al significado de “lo malo”. Existen hechos en el que hacer humano que no se explican por sí solos y si los hay reciben el nombre de sobrenatural pues, como su nombre lo dice, escapa a lo que nosotros, la especie humana, llama “natural”, es decir explicable y entendible.

El carácter equívoco del hombre hacen de este un animal con un fin específico, tiene una meta que cumplir sea esta desconocida o no y se basa en lo bien o mal que realice una tarea o campaña. Somos espíritu y materia al mismo tiempo. Por ende el mundo es una dualidad, al estar constituida por hombres, todos equívocos, todos con metas que cumplir. El mundo es un mundo bueno y es un mundo malo. El mundo es el resultado de nuestras acciones sobre él. En buena cuenta ¿somos producto de nuestro tiempo o el mundo es un producto de nuestra actualidad?

La búsqueda del equilibrio por parte del hombre no es nueva. El hombre del renacimiento desplazó su atención sobre sí mismo, El hombre moderno continuó esa postura, se despojó de obligaciones transfiriéndolas a las máquinas, pero sus necesidades siempre estuvieron presentes dentro de él mismo. El hombre post-moderno no busca ya dentro de sí mismo, reclama fuera de sí lo que de alguna manera su propio desequilibrio le ha arrebatado. El pasar de un extremo a otro le hace pensar que tal vez nunca estuvo tan cerca de su naturaleza como ahora. Ha cobrado conciencia que habita en un lugar frágil, un lugar que no está echo de metal ni de concreto. El hombre comienza a sublimarse consigo mismo y con su especie.

De la búsqueda de su propio equilibrio nace el interés ecológico. Alarmas ante la disminución de la capa de ozono y la disminución incontrolable de ciertas especies han llevado al hombre a tomar conciencia que debe preservar antes que conservar.

El planteamiento del Zoológico de Lima, si bien se basa en una estructura poli – nuclear, destaca la dualidad de su planteamiento fuertemente marcada en una centralización tecnológica a través del Pabellón Central, ese punto de fusión y de retorno constante que intenta atrapar lo natural tornándose invisible a ratos con miras a disolverse con él.

En pocas palabras debía transmitir la sensación de ir siendo engullido, una sensación de estar dentro del aparato que carcome la naturaleza buscando lo más íntimo de ella, atrapando y envolviendo lo que a su paso emerge, sacudiendo el centro de un todo que huye buscando alejarse hacia zonas más tranquilas donde sus efectos no se hagan sentir. La presencia amenazadora hacia a los autores de ese encuentro, los lleva a sentirse bien consigo mismos, a disfrutar de ese instante por un rato, para luego, abruptamente esconderse y perderse. El espacio es el que fluye al ritmo amenazador de la envolvente tecnológica haciéndose sentir hasta el punto medio de una plaza que se gesta a partir de esa irrupción sutil y violenta a la vez.

Los primeros bocetos que produjo fueron aproximaciones sensoriales a ese encuentro con lo violento sutil y monstruoso que es la tecnología moderna. Figuras abstractas que encierran vehemencia y violencia en el trazo. El resultado, trazos reguladores que emanan del encuentro con el propio terreno que surge como refugio al cual hay que extraerle todo, habría que causar una estampida para despejar el sitio, nuevamente la inversión se lograba provocando lo contrario, irrumpir con violencia al centro para ceder la tranquilidad al rededor.

El significado de cada edificio debía contribuir con tensión a la configuración del espacio del Pabellón Central.

De esta manera, el área de investigación asume la forma de un insecto que pareciera carcomer el cerro en busca de su presa. El rol tecnológico que pretender cubrir lo natural y fusionarse con ella lo asume la presencia casi etérea del Aviario, una gran malla suspendida que se ubica sobre un acuario sumergido 5 metros bajo una laguna artificial. El hecho remata en un Delfinario que, salta en un intento por zafarse de esa amenaza, líneas ondulantes y curvas, relatan el movimiento de agitación que se vive. A estas alturas, la fusión de delfinario-acuario-aviario se convierte en un solo organismo que cobra vida de repente y pareciera emerger del agua para zambullirse nuevamente en el agua.

De manera paralela, discurren casi parásitamente las zonas que alojan la diversión y contemplación de los seres humanos que asisten a este intento de fusión. Son los edificios de servicios y recreación que acompañan el rito celebrándolo a la distancia en una zona segura.

La modernidad deja su rastro y este se lee en la cola del monstruo, lugar que se materializa por medio del estacionamiento para 4500 autos dispuestos de manera secuencial y atravesada por una trama de caminos de servicio que conectan con la red de carritos de transporte interno.

## 5.2.3 CONFIGURACION DEL PABELLON CENTRAL

### 5.2.3.1 Descripción del emplazamiento

El Pabellón Central está diseñado a manera de ciudadela, dispuesta sobre una explanada que protege la presencia de una loma quebrada en dos y orientada de sur a norte siendo el pico sur el más pequeño con una altura de 20 metros y el pico norte con una altura de 35 metros de altura.

La explanada, si bien no es completamente horizontal se asume como tal pues el desnivel es ínfimo.

Se accede a esta zona bordeando una quebrada natural existente. La loma protege de la incidencia de los vientos predominantes, este a oeste, y evita la acumulación excesiva de arena eólica en las construcciones. El perfil topográfico de la loma permite una ascensión rápida y nada fatigosa a la zona de mayor dominio visual de todo el terreno.

La zona, geológicamente hablando es una de las más estables del terreno, no es la única, tiene una buena capacidad portante y permite edificaciones de hasta 3 pisos sin mayores problemas siempre que se asienten dentro de los parámetros que el estudio de suelos sugiere, 8 mt bajo la superficie que, en el caso del acuario era necesario alcanzar.

### 5.2.3.2 Descripción espacial

La secuencia espacial del Pabellón Central se logra en función a la topografía de la loma, el concepto así lo requería.

A medida que una “promenade” sugiere la presencia de un objeto mayúsculo, este se da a conocer lentamente con ayuda de la loma, la misma que ayuda a conformar el espacio central al cual se arriba luego de atravesar los controles y una plaza de recepción que alimenta la afluencia a la Estación central y la ameniza con la presencia de las tiendas de souvenirs. La Plaza Central, es un espacio que se debe a la presencia del Aviario y además sirve de lazo para distribuir el ingreso al Delfinario, el Acuario y el Aviario, además sirve de punto de pase para alcanzar la zona de investigación.

### 5.2.3.3 Los elementos arquitectónicos

**a.- Zona de investigación.** Ubicada en la parte superior de la loma y con una forma arqueada. Se compone de una serie de edificios uno a continuación del otro que en conjunto forman dos volúmenes mayores arqueados dispuestos adyacentemente hacia el interior del mismo con un desnivel medio de 4.5 metros. Ambos se articulan por un gran espacio abierto denominado Rotonda.

El volumen inferior se compone de varios edificios dispuestos en arco y contienen la Clínica de Animales, la administración y el Auditorio General.

Asimismo el volumen superior contiene el invernadero, el Insectario, que se incrusta en el cerro, y la biblioteca con videoteca.

El Insectario. Edificio de un nivel con semisótano. Una parte enterrada en el cerro y un amplio atrio que se abre hacia la Rotonda de acceso.

Cuenta con tres salas de exposición permanente conectadas a otras dos más pequeñas hacia los lados laterales y un sótano que conecta la zona de mantenimiento de vitrinas de la exposición con el invernadero, la clínica, los laboratorios de investigación y la biblioteca. Se organiza a partir de un eje central que culmina de manera ascendente, a través de una rampa, en una lucernario ubicado bajo la zona enterrada y luego se reparte en dos recorridos descendentes laterales que conducen a los extremos de la sala principal, la misma que se conecta espacialmente con las dos pequeñas salas de exposición adicionales.

El Insectario representa la culminación del eje del conjunto, La cabeza de la investigación que se incrusta en el cerro en la búsqueda de vida.

La Biblioteca. Edificio adyacente izquierdo al Insectario y preparado para almacenar la documentación producida por los laboratorios y áreas de investigación general. Se conecta la Clínica de Animales y el Insectario por medio del sótano. Además está en relación funcional con la Administración para el control de su patrimonio.

El Invernadero. Edificio adyacente derecho al Insectario y en relación funcional con la Clínica de animales. Está preparado para el cultivo e investigación de plantas raras. No pretende reemplazar las instalaciones del futuro Jardín Botánico pero si ocuparse de sus tareas durante los primeros años de funcionamiento.

Gran plaza de acceso o Rotonda. Espacio abierto y circular dispuesto como antesala de ingreso a la zona de investigación. Controla el acceso directo a el Auditorio, el Insectario y la zona de instrucción de la Clínica de Animales.

Clínica de animales. Cargada a la derecha de la Rotonda aloja las instalaciones de primeros auxilios, atención especializada, diagnóstico, sala de quirófano, salas de reposos, almacenes, consultorios, servicios higiénicos, lavandería y en el segundo piso, las salas de instrucción, observación e investigación. La ubicación del quirófano es importante pues comanda el resto de actividades y conecta al segundo piso con la zona de observación o clases interactivas. Por eso se ubica al centro y en relación funcional directa con el acceso de emergencia por el cual llegan las especies en vehículos especializados.

El Auditorio. Con capacidad para 350 personas y diseñado en dos niveles. Cuenta con sus propios servicios higiénicos en el sótano y se conecta con la zona de administración por la parte posterior del escenario. Tiene dos salidas de escape sin contar el ingreso principal, ambas entregan el volumen de gente a zonas despejadas y seguras. Su función es apoyar las presentaciones importantes que la comunidad científica del zoo pueda hacer llegar al público en general y/o especializado. Asimismo sirve de marco para ceremonias de premiación, eventos sociales de la comunidad del zoo, etc.

La administración. Edificio adyacente al auditorio, alberga los ambientes destinados al manejo del zoo en general. Está en estrecho contacto con los centros descentralizados de las otras zonas del zoo y gobierna las acciones que atañen al manejo macro del zoo. Los ambientes son para contabilidad, recursos humanos, relaciones públicas, tesorería, logística, monitoreo, asesoría legal, secretaría, mantenimiento, presupuesto, infraestructura.

Maestranza. Edificio destinado a albergar la zona de talleres y manejo de herramientas de mantenimiento de piezas especializadas del zoo. Tiene depósitos de repuestos y se ocupa de asesorar en la solución de desperfectos a todas las áreas del zoo en general.

**b.- Zona de entretenimiento.** Ubicada sobre el pico sur de la loma. Está dispuesta siguiendo la configuración arqueada de todo el conjunto. Se compone de una serie de volúmenes que ritman la secuencia a medida que se descubre el proyecto. Contiene las tiendas de souvenir y la zona de fast food, tiene una plaza de comidas que separa los fast food del restaurante especializado que remata la secuencia. La misma plaza conecta espacialmente la zona de comidas con la zona de juego de niños emplazada en la parte alta de la loma por considerarse zona segura en caso de riesgos.

El restaurante especializado. Es un volumen alargado que se alimenta por dos frentes. El frente delantero sirve de fachada para el restaurante y el posterior de zona de descarga. Las caras laterales son aprovechadas equitativamente a cada lado para miradores de la sala de mesas y la ventilación de cocinas respectivamente.

Cuenta con una sala de mesas con capacidad para 150 personas, cocina equipada con parrillera, plancha, comidas calientes, comidas frías, panadería. Tiene depósitos con frigoríficos y almacén refrigerado de basura. Cuenta con sus propios servicios higiénicos y zona de vestuarios para empleados.

Los fast-food. Con frente a la misma plaza de comidas pero en el lado opuesto ofrece facilidades de selección para el tipo de comidas rápidas o informales. Cuenta con 6

módulos para concesionarios todos ellos con servicios de cocina, depósitos y administración. Ubicadas al lado de las tiendas de souvenir, ayudan a conformar el ambiente propicio para que una compra no sea aburrida.

Las tiendas de souvenir. Hilera de edificios de un solo piso, como el resto, uno a continuación de otro y nivelados respecto del terreno. Cuentan con sus propios depósitos y ambientes de gobierno y atención.

Area de juegos para niños. Emplazada en la parte segura del cerro, es un amplio espacio de diferentes matices para uso, sea césped, arena, agua, juegos o simplemente árboles para relajarse. Está rodeada por un cordón de seguridad que impide fugas o accidentes fortuitos.

**c.- Zona de Conexión.** Planteada como un conector funcional, contribuye a configurar el ingreso ubicándose en el punto focal de atención una vez que se traspone la portada de ingreso. Su forma responde a una extensión del volumen del aviario y anuncia la aparición de un objeto similar a el pero de dimensiones mayores.

Funcionalmente sirve de albergue a las estaciones de trencitos, buguies, o botes. La estación cuenta con cafetería y cocina propia además de boletería y zona de control. Tiene su propia administración y salas de espera animadas con dioramas. Se enlaza con un mirador que apunta al partidor y marca el inicio de un recorrido peatonal optativo. Funcionalmente se ubica a la entrada para permitir una opción de recorrido a determinadas zonas geográficas del zoo sobre todo para visitantes que vienen por segunda o tercera vez o que simplemente ya conocen el Pabellón Central y desean ir a otra zona directamente.

**d.- Zona de entrada.** Modelada como una extensión del conjunto, se materializa en una secuencia de edificios de una altura a distinto nivel que contienen ambientes de información, control, boletería y ambientes para el servicio de patrulla. Resguarda el acceso al zoo por la entrada principal y está interlazada con todo el perímetro del parque para prever la presencia de elementos ajenos al parque.

**e.- Zona de exhibición especializada.** La zona más importante del Pabellón Central se materializa en el Delfinario, el Acuario sumergido y el Aviario que la sobrevuela. Encarna el espíritu de la zona y por esa razón se escogió como tipología a desarrollar para la tesis.



## UN ORGANISMO VIVIENTE

Las connotaciones oníricas, funcionales, artísticas etc. que produce un análisis del Delfinario-acuario-aviario (DAA) han sido diversas desde el momento en empecé a someter el proyecto a críticas no solo de amigos sino de gente especializada.

Nunca se pudo hablar de organicismo puro ni de funcionalismo total ni solamente arte o escultura. Siempre se estuvo al borde de todo. Como que ni la eterna controversia sobre la función vs. la forma, o si el regionalismo vs. todos los “ismos” nunca cesó.

Para mí, la arquitectura es la expresión de un orden. La expresión a distintos niveles de entendimiento puede darse sensorialmente por medio de proporciones o matices, formas o texturas, cada una con el valor que una escala le ha asignado para un fin. Todas ellas hacen uso de las herramientas que un instante les brinda. Pretender reproducir el ambiente musical del siglo XVIII con instrumentos de la época es una utopía, una burla, pues hasta la música se impregna de olores y asociaciones mentales que solo quedan en el tiempo. Y cuando esa expresión impregna los sentidos de generaciones sucesivas con la misma fuerza que la primera vez, la arquitectura se convierte en símbolo. Y un símbolo siempre dice algo. Engloba muchos significados asociados a su imagen. Y la imagen habla por sí sola.

El orden que maneja la arquitectura no es único. Hoy más que nunca el orden puede lograrse de muchas formas. La belleza no puede juzgarse solamente sobre la base de principios académicos de proporción o escala, creo que estaríamos pretendiendo seguir haciendo arquitectura con instrumentos del siglo pasado que, si bien no son inválidos, me parece no expresan el nuevo orden que la arquitectura hoy asume o sufre.

Digo esto porque hoy el mundo esta experimentado muchos cambios al mismo tiempo, la genética, las migraciones globales, las distintas realidades, todo el mundo es distinto y sin embargo nos sentimos más iguales que nunca. La red de redes ha terminado por crear una conciencia de unidad global que antes nunca pudo experimentar. No digo que todos estemos de acuerdo con todo, lo que intento explicar es que hoy todos nos sentimos tan informados como alguien del extremo opuesto del mundo pueda estarlo. No siempre con las mismas oportunidades a la mano pero si parte de “lo mismo”.

Pude advertir que, mientras conocía más el tema de los zoológicos, la gente está realmente preocupada por la tierra, por el agua que bebemos, por los nuevos bebés clonados, por nosotros mismos.

No podía adueñarme de realidades particulares sino pensar en global. Pensar en las necesidades de cada ser viviente en el mismo grado que cada una lo sentiría. Recurrir análogamente a una configuración de redes para solucionar un problema me hizo sentir parte de la misma red. El todo siempre se conforma de partes semejantes distintas solamente en sus escala o tamaño. Todos colgados de una misma columna pero con capacidad de respuesta individual si fuese necesario. No cabe duda que el mundo hoy por hoy ha adquirido la organización de un solo organismo viviente en vías de gestación. Llegaremos a ser uno solo con capacidad de repuesta individual

La configuración lineal del acuario semeja la silueta de un delfín en su pose más característica, el remate pudo ser la cabeza pero pasó a una lectura superficial en el delfinario, al mismo tiempo que la silueta del aviario se lee en forma inversa a la lectura en planta del acuario. Semeja el vuelo de un ave que emerge de las aguas y vuelve a zambullirse en ella.

El objeto arquitectónico, es un organismo. Un organismo desde su estructura funcional hasta su apariencia exterior, aún en su silueta en planta.

Cada parte funciona con independencia dentro de un todo que la articula hasta formarse. Ni el aviario puede desprenderse del acuario, ni este del delfinario. Los tres asumen la tarea de mantener y enseñar exhibiendo el contenido que a cada una se le ha asignado.

## CAPITULO VI

### El Delfinario

## 6.1.0 Generalidades

### 6.1.1 Los Delfines

El delfín es la especie más inteligente sobre la tierra después del hombre. Es la única especie en el mundo animal que tiene sexo por placer, es decir, distingue la función reproductora mecánica de la motivada por sentimientos de afecto y sensibilidad. Poseen un alto sentido de la comunicación y hasta tienen un lenguaje propio basándose en ultrasonidos. Esto nos da idea del grado de entendimiento que han llegado a tener. Las cualidades terapéuticas que han desarrollado en conjunto con el hombre han motivado la apreciación y respeto del que disfrutan.



Foto:

### Hábitat y distribución

#### 6.1.1.1 Distribución

Los delfines no habitan en aguas tropicales o calientes.

En el Océano Pacífico, los delfines se hallan desde el norte de Japón y California hasta Australia y Chile. Raras veces al este tropical del Pacífico o hacia el oeste de las islas hawaianas. Fuera de California, han sido observados hacia el norte de Monterrey particularmente durante años de inusual calentura.

En el Océano Atlántico, los delfines se encuentran cerca de Nueva Escocia y Noruega, hasta la Patagonia y las costas de Sudáfrica. Hay más abundancia de delfines por la costa de los Estados Unidos cerca al Golfo de México. También se encuentran por el Mar Mediterráneo, el Océano Indico desde Australia e inclusive Sudáfrica.

#### 6.1.1.2 Hábitat



Foto: <http://seaworld.org>

Los delfines, por lo general, no habitan en zonas desoladas, más bien prefieren los golfos, bahías, lagunas y estuarios.

En el noroeste del Atlántico pareciera haber dos tipos de delfín Pico de Botella. Pueden ser diferenciados por las aletas y las medidas corporales así como las características de su sangre.

En general el tipo de costa pareciera estar mejor adaptado a la calidez acuática. Tiene un cuerpo pequeño y aletas largas que le ayudan a un mejor movimiento y disipación de calor. Este tipo de delfines frecuentan bahías, lagunas y estuarios.

En cambio los de fuera de costa están mejor adaptados al

frío y aguas profundas. Ciertas características de su sangre indican que esta forma es mejor para mantenerse en profundas exploraciones bajo el agua. Su largo cuerpo le ayuda a conservar calor y a servir de mecanismo disuasivo ante el ataque de otros animales.

#### 6.1.1.3 Migraciones

Las variaciones en la temperatura del agua, migraciones de cardúmenes de alimento y hábitos sociales confabulan para las temporadas de migración de ciertos delfines y en algunas áreas.

Algunos delfines de costa de latitudes altas muestran una clara tendencia a migraciones de estación viajando especialmente durante el invierno hacia el sur. Los de aguas cálidas no muestran tal propensión.

Algunos delfines costeros se mantienen siempre dentro del rango de la manada, es decir no se alejan mucho del foco social o grupo que los recibe.

#### 6.1.1.4 Población

La población total de delfines salvajes del tipo Pico de Botella es desconocida. Solamente puede ser estimada sobre la base de pequeñas áreas donde se les suele avistar.

En los Estados Unidos con el Golfo de México, su número está estimado cerca de los 67,000 unidades.

La población cerca al noroeste del Océano pacífico a lo largo de la costa japonesa está estimada por los 35,000 especies.

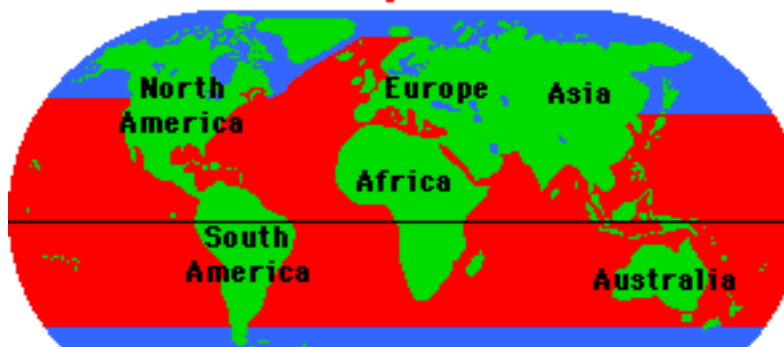
En la costa noreste de los Estados Unidos, el delfín Pico de Botella tiene una población estimada por los 11,700 unidades y menos de 9,200 son del tipo no costero.

La población del mediterráneo está por menos de las 10,000 unidades.

Los delfines Pico de Botella no están peligrando.

Se está estudiando los cromosomas de los delfines para averiguar mejor el porqué de sus hábitos sociales y de migración estacional.

### Bottlenose dolphin distribution



El mapa muestra en rojo el área mundial de población de delfines.

Los hay de dos tipos: los de alta mar y los costeros o de bahía, si bien se diferencian en la longitud de su cuerpo. ambos tipos son muy amigables.

some temperate seas world-wide.

### 6.1.1.5 Características físicas

#### Tamaño

Los delfines Pico de Botella medidos fuera de Sarasota cerca de Florida tienen de 2.5 mt a 2.7 metros de largo y un peso entre los 190 a 260 Kg.

Las diferencias entre el tamaño de las aletas y el tamaño del cuerpo se relacionan con el tipo de hábitat diferente para cada especie.

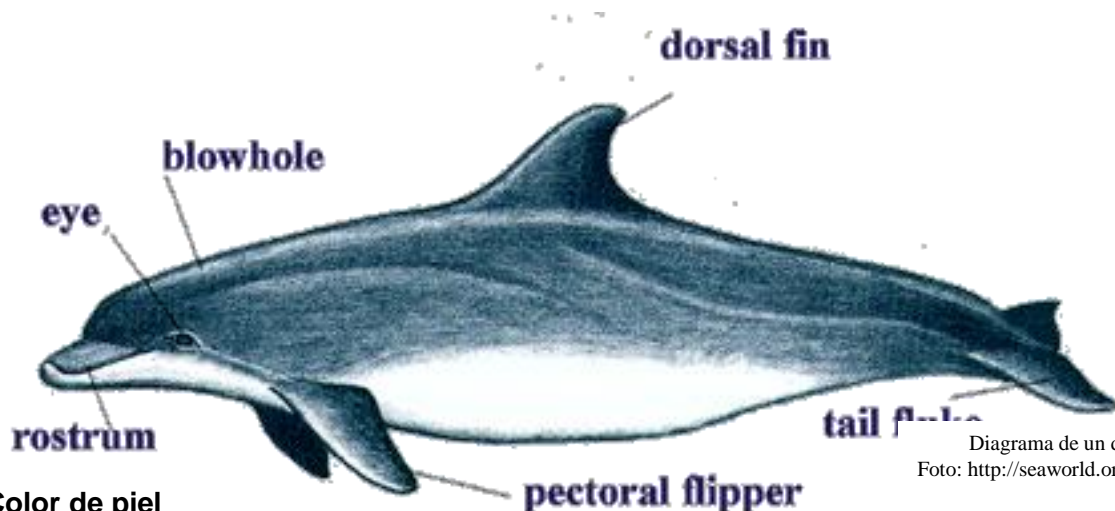
Por ejemplo en el noroeste del Atlántico el cuerpo pequeño es característico del tipo costero, mientras que el cuerpo largo es típico de los de mar adentro.

Un delfín grande del tipo Pico de Botella en el Pacífico puede ser de 3.7 mt y pesar 454kg. En el Mediterráneo el mismo tipo puede tener 3.7 mt o más.

En la mayoría, el tamaño máximo se alcanza más lentamente en las hembras que en los machos. Estas pueden llegar a crecer hasta los diez años de edad.

#### Forma del cuerpo

Un delfín Pico de Botella tiene una piel lisa de líneas continuas y cuerpo fusiforme.



#### Color de piel

La coloración es de un gris hacia un gris verdoso o gris - marrón en el lomo. Mientras el vientre siempre es claro adoptando el color blanco, champagne u oro a medida que se aproxima al orificio anal. En algunas zonas el blanco se convierte en rosado.

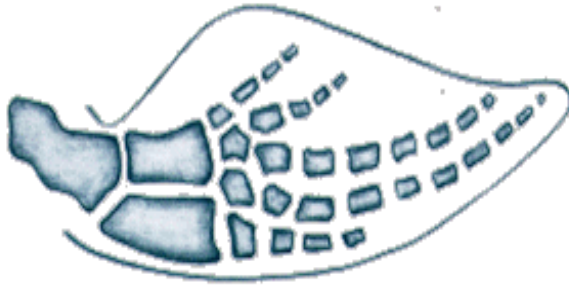
Esta coloración, un tipo de camuflaje conocido como "countershading" puede llegar a confundir a un delfín entre sus propios predadores. Cuando se le avista desde arriba, su color gris oscuro lo confunde con el oscuro de las profundidades marinas. Cuando se le ve por abajo, el color claro se camufla con la claridad de la superficie marina.

Algunas especies en algunas regiones muestran un inconspicuo decolorado a lo largo de sus lados y sus aletas.

## Aletas pectorales

Un delfín es toda una aleta en movimiento. Las aletas pectorales tienen un parecido elemental con las aletas de algunos mamíferos terrestres.

Los elementos del esqueleto son rígidamente soportados por un cartílago conectivo. Este cartílago se encuentra entre los espacios vacíos de los huesos de las aletas y le confieren mayor elasticidad y resistencia al impacto.



*Radiografía de una aleta. Nótese el carácter flexible de este miembro.*

Foto: <http://seaworld.org>

Las aletas pectorales son curvadas y marcan la dirección a seguir.

Los delfines usan las aletas pectorales principalmente para direccionarse y con la ayuda de las otras se detienen.

La circulación de la sangre en las aletas ayudan a mantener la temperatura corporal

### Flukes

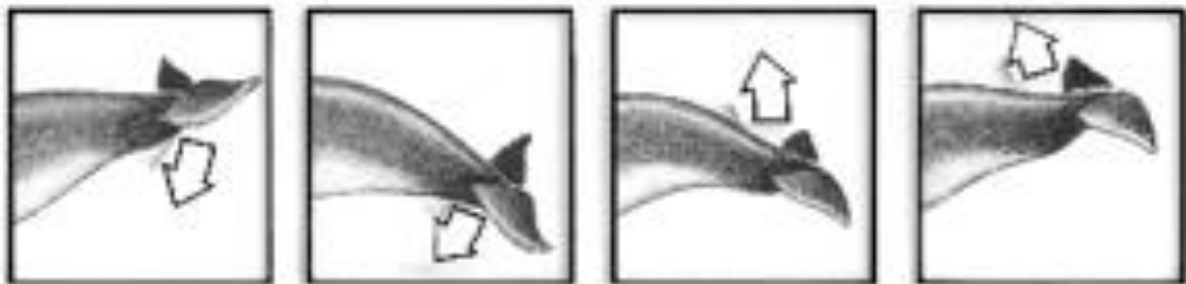
El fluke es la denominación de la aleta motora posterior.

Los flukes se ayudan de una densa, fibrosa completa conexión de cartílago.

No tiene nada que ver con algún músculo.

La longitud muscular del pedúnculo caudal produce en cada fluke un período de movimiento de arriba hacia abajo impulsando al delfín por el agua.

Tal como las arterias de las aletas, las arterias de los flukes están rodeadas de venas para ayudar a conservar el calor en el agua fría.



Ritmo de impulsión por medio de la aleta trasera: fluke

Gráfico: <http://seaworld.org>

## Aleta dorsal

Tal como los flukes, la aleta dorsal está hecha en densa y fibrosa zona de cartílago.

La función de esta es estabilizar al delfín en sus movimientos. No es esencial en un balanceo del delfín.

## Cabeza

Un delfín Pico de Botella tiene un rostro bien definido en forma de pico. Usualmente cerca de los 7 a 8 cm de longitud. Su forma es cónica.

El número de dientes varía de individuo a individuo. Muchos tienen cerca de 20 a 25 dientes en cada lado de la parte superior, mientras que abajo van desde los 18 a 24. Un total de 76 a 98 dientes.

### **Ojos**

Los ojos en ambos lados de la cabeza cuentan con glándulas que segregan aceite que lubrican sus ojos. Este aceite es también un agente protector pues desinfecta y defiende a los ojos en caso de ubicarse en aguas contaminadas. Sin embargo, este factor puede resultar insuficiente si el tipo de agua que aloja al delfín en cautividad. Si el agua es deficiente, una película se forma en la retina de los ojos y puede causar ceguera permanente.

Los oídos se localizan justo bajo los ojos, son pequeñas aberturas sin ningún tipo de protuberancia.

### **6.1.1.6 Reproducción**

#### **Madurez sexual**

La edad en que los delfines empiezan a sentirse atraídos hacia el sexo opuesto es variable entre ciertos delfines del tipo Pico de Botella. Algunas hembras comienzan a sentirse sexualmente maduras cuando alcanzan los 2.3 mt. entre los 5 a 12 años de edad. Los machos comienzan la madurez sexual cuando alcanzan los 2.4 a 2.6 mt entre los 10 a 12 años de edad.

#### **Actividad sexual**

Las hembras son particularmente receptivas durante gran parte del año y son las que generalmente inician el proceso de enamoramiento.

Una señal clara de sus intenciones es cuando muestran una curvatura en “S” demasiado pronunciada en su postura. La cabeza la mantienen gacha y la aleta fluke está baja.



*Delfines retozando. Foto: <http://seaworld.org>*



#### 6.1.1.7 Dieta y hábitos alimenticios

##### Alimentos preferidos

Los delfines son predadores activos y pueden comer gran variedad de peces, crustáceos y camarones. Los alimentos disponibles para el delfín dependen de la zona en que se localice su hábitat.

##### Asimilación

Un adulto consume aproximadamente 4% a 5% de su peso en comida por día. Una hembra preñada puede comer hasta un 8% de su peso en comida.

El estómago del delfín es un compartimento para una rápida digestión. Su estómago funciona por corte o por descomposición.

##### Métodos de recolección

Los delfines por lo general forman círculos alrededor de cardúmenes previamente avistados. En otras ocasiones pueden encerrar a los peces con ayuda de otros delfines. Eso sí, los delfines se ayudan mutuamente en la caza o búsqueda de alimento aunque también lo hacen de manera individual.

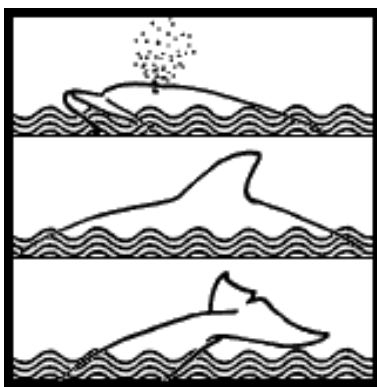
Un caso curioso es que suelen ayudar a los botes pescadores de camarones en la recolección de estos. En las bahías de Texas lo hacen frecuentemente.

#### 6.1.1.8 Adaptaciones al medio acuático

##### Nado

La velocidad de nado y la duración son pequeñas relativamente. Si alcanzan gran velocidad de nado será solamente por unos cuantos minutos pudiendo llegar, las especies más grandes, a nadar por períodos de tiempo más largos si su velocidad es baja.

La velocidad de nado promedio está entre los 5 a 11 kph. Estudios ergonómicos indican una velocidad máxima de 29 a 35 kph.



**Blow, Dorsal Fin and**

Secuencia de nado típica de los delfines. Este movimiento no es el único que realizan pero es el que les permite desplazarse a grandes velocidades. La curvatura no es tan pronunciada, en la realidad se limita a leves ondulaciones de gran rapidez.

Foto: <http://seaworld.org>



*Delfines en caravana nadando a gran velocidad sobre el Atlántico. Esta vista es común en cruceros de altamar donde, por lo general, los delfines siguen en caravanas a gran velocidad, a los cruceros por algunos minutos. Si bien los delfines prefieren las bahías, esto no limita su capacidad de internarse mar adentro hasta donde la temperatura del agua le sea agradable al cuerpo del mamífero sin causarle molestias.*

Foto: <http://seaworld.org>



## Picada



Los delfines Pico de Botella generalmente necesitan una buena profundidad para no tocar el fondo.

Dependiendo del medio los delfines pican hasta profundidades que van de los 3 mt a los 45.7 metros de profundidad.

*Salto amaestrado de delfines.  
Instantes previos a la caída en picada.*

Foto: cortesía página web del Delfinario de Orlando. Miami

Hay, por supuesto, delfines con capacidad de picada de hasta 547mt, bajo condiciones de experimento.

El tiempo de duración oscila entre los 8 a 10 minutos de inmersión como máximo.

Todos los mamíferos tienen una especial adaptación psicológica usada durante la inmersión. Esta cualidad les sirve sobre todo para almacenar y conservar el oxígeno durante la inmersión.

## **Respiración**



*Gracias al orificio con bloqueador en la parte superior de la cabeza, el delfín puede realizar maniobras como esta sin ingerir agua. No por peligro de ingerirla sino por contaminar el oxígeno que toman de la superficie*

Foto: <http://seaworld.org>

Los delfines respiran por un hueco encima de su cabeza. El delfín respira bajo el agua y abre el orificio justo cuando emerge a la superficie. Una vez en la superficie, el delfín exhala y se relaja hasta cerrar el orificio de respiración.

En cada respiración el delfín renueva más del 80% de su oxígeno. Es un sistema más eficiente que el del hombre que solo renueva el 17% de su oxígeno en cada respiración.

El delfín exhala durante 3 segundos aproximadamente.

## **Termoregulación**

Los delfines Pico de Botella almacenan energía extra en forma de calor en una capa de grasa que

se ubica justo bajo su piel. Esta energía equivale al 18% -20% de su peso.

La temperatura promedio del delfín está cerca de los 36.9°C, esto para mantener activa la grasa que se almacena bajo su piel.

La forma fusiforme les ayuda a tener una menor área expuesta al medio ambiente lo cual implica mayor pérdida de calor. Esto explica porque los delfines de aguas frías en mar adentro son más alargados y con aletas más pequeñas que los delfines de costa.

Durante un ejercicio prolongado o en aguas cálidas un delfín puede necesitar disipar calor corporal. En este caso su circulación decrece y la sangre demora en retornar a sus aletas.

## **Sueño**

Recientes estudios demuestran que un delfín pierde cerca del 33% del día durmiendo. Se ha llegado a demostrar que el sueño profundo ocurre solo una vez por período de tiempo en un hemisferio.



“Inteligencia marina muy similar a la humana. El delfín está muy cerca de nosotros.....”

**6.1.2** Foto: <http://seaworld.org>

### **Contenidos**

1. Dimensiones mínimas para piscinas
2. Construcción y edificación: instalaciones y conexiones.
3. Ruidos.
4. El medio acuático.
5. Alimentación de delfines.
6. Cuidados de salud.
7. Higiene general.
8. Ética general.
9. Educación.
10. Investigación científica.

**Estos estándares indican recomendaciones mínimas; no hay límites máximos!**

#### **6.1.1.1 Dimensiones mínimas de albercas**

El total del espacio disponible para piscinas (incluyendo áreas de hospital y cuarentena) deberán ser calculadas observando los siguientes mínimos para arriba de cinco (5) animales:

1. Área superficial de agua:  $275 \text{ m}^2 + 75 \text{ m}^2$  por animal adicional.

2. Por lo menos una parte de la superficie de agua deberá tener una profundidad mínima de 3.5 m.
3. Volumen total de agua: 1000 m<sup>3</sup> + 200 m<sup>3</sup> por animal adicional.
4. Ningún establecimiento tendrá piscinas que no cumplan los dos primeros criterios arriba mencionados, y cuando el tercer criterio sea del 10% por debajo de lo indicado como mínimo, deberá ser observado hasta que sea aceptable.

#### **6.1.1.2 Construcción y edificación: instalaciones y conexiones.**

5. El diseño de edificios para hábitat para delfines, deberá tomar en consideración la biología de estos mamíferos.
6. Habitaciones para personal, cuartos para preparación de comidas, cuartos de trabajo, cuartos de filtración/cuartos de aire acondicionado y cuartos de calefacción, en general cuartos de máquinas, deberán estar separados unos de otros.
7. Todas las superficies en contacto con las piscinas deberán estar construidas en materiales no porosos, debidamente impermeabilizados, con todos los medios necesarios para la limpieza y desinfección, así como facilitar las tareas de inspección y reparación como parte de un permanente programa de mantenimiento.
8. Con el propósito de proteger a los animales de la interferencia con el público, habrá entre ambos un número suficiente de personal a la orden, o una barrera física provista de mallas, paredes o pantallas de vidrio a una adecuada distancia de los animales.
9. Se diseñarán medios que permitan el manipuleo humano directo de los animales en caso sea necesario, por razones médicas etc. Para piscinas, estas deberán contar al menos con 5.5 m x 3.5 m y 2.7 m de profundidad.
10. Las bombas de agua y el agua misma deberán ser confiables y adecuadas para que, en caso de emergencias respondan siempre con eficacia y seguridad. Esto quiere decir, estarán siempre en capacidad suficiente de mantener en niveles óptimos las condiciones de hábitat de los animales
11. Instalaciones al aire libre: Los delfines no pueden ser mantenidos al aire libre si las fluctuaciones del aire o la temperatura del agua pudiesen devenir en problemas de salud o higiene de los animales. Poner particular atención en las siguientes:
  - a- El estanque estará siempre a temperatura “frío-hielo”.
  - b- La temperatura requerida por estos animales deberá ser siempre determinada bajo el monitoreo del biólogo y/o el veterinario supervisor.
  - c- Velos o áreas cubiertas deberán ser proveídos con el propósito de proteger a los animales de condiciones adversas.
12. Instalaciones bajo techo:
  - a- Los medios de agua y aire serán controlados al grado de impedir que los animales sufran ante condiciones adversas de tiempo (calor o frío) si el clima así lo demandase
  - b- Además, las instalaciones bajo techo tendrán adecuada ventilación con aire fresco y se tomarán medidas para garantizar que no habrá emanaciones de cloro u otros componentes químicos, ningún olor fuerte. Normalmente, debería haber un mínimo de cinco (5) metros libres de espacio de aire sobre el nivel de la alberca de exhibiciones y 2.5 metros sobre la zona de aislamiento, cuarentena o áreas de cuidados veterinarios.
  - c- La humedad relativa debería ser al menos de 60% y el aire, relativamente libre de partículas de polvo.

d- La iluminación deberá estar en un espectro lo más cercano posible a la de la luz solar. Esta es la más adecuada para rutinas de cuidado de salud e higiene, y para la limpieza de las instalaciones.

### **6.1.2.3 Ruido**

Los cetáceos deben ser protegidos del acoso del ruido excesivo, incluyendo el ruido de impulsos irregulares. El nivel de ruido será mantenido tan bajo como sea posible para el rango de frecuencias entre 0 y 60 khz (el nivel normal de presión para sonido ambiental esta entre 100 dB re 1  $\mu$ Pa). Los sonidos de origen mecánico son probablemente los más estresantes para estos animales, por la naturaleza repetitiva irregular que los caracteriza. Los de naturaleza casual, excepto los sonidos metálicos, no son muy significantes. Toda duda sobre los efectos nocivos de sonidos deberá ser consultada con un experto de sonido con amplia experiencia en sonido bajo el agua(No en acústica de aire) en conjunto con las sugerencias de un veterinario calificado responsable del cuidado de la especie.

### **6.1.2.4 El medio acuático**

13. El contenido de coniformes bacterianos de una piscina deberá ser monitoreado para obtener un consistente bajo nivel que no exceda de 500 por 1000 ml. Si el promedio encontrado es más alto que lo indicado, el agua es considerada inadecuada para los animales y por lo tanto, medidas especiales deberán ser tomadas (tratamiento o renovación del agua)inmediatamente. Muestras de agua deberán ser tomadas mensualmente y los niveles de coniformes bacterianos deberán registrarse.

14. Muestras de agua serán tomadas diariamente para medir los niveles de acidez (pH) y los niveles de agentes oxidantes. Los resultados serán usados para mantener la calidad del agua, todo deberá registrarse. Solo el agua natural de mar está exenta de estas regulaciones, a condición que no se usen aditivos químicos. Los resultados de estas pruebas serán anotados y puestos a disposición ante cualquier inspección.

15. La salinidad del agua de la piscina deberá mantenerse siempre entre 15 y 36 gms. de sal (NaCl) por litro. \*) El pH del agua deberá estar entre 7.2 y 8.5.

16. No debe permitirse que el enfriamiento del agua exceda los 28°C.

17. El total del tiempo de recirculación para cada piscina debería ser ajustado para mantener la calidad del agua. Típicamente este no debería exceder las cuatro (4) horas.

18. Este sería posible para vaciar la piscina rápidamente.

19. El agua de las piscinas deberá ser mantenida separada de aguas residuales y de desechos de coberturas que caigan sobre el agua.

20. Cuando se usa agua de mar natural, procedimientos de emergencia deberán ser tomados para tratar con posibles agentes de polución del agua y bancos de algas venenosas.

#### **6.1.2.5 Alimentación de delfines**

21. La comida deberá ser sana y de un estándar similar al del consumo humano. Esta podrá ser dada a los animales en cantidades suficientes y su valor nutricional será suficiente para mantener a los animales saludables. Cualquier dieta adicional solo podrá ser autorizada por el veterinario supervisor.

22. Preparación de la comida: Todos los contaminantes químicos o bacterianos serán eliminados cuando se preparen los alimentos. Alimento congelado será mantenido en congelador bajo -28°C y usado dentro del plazo de cuatro(4) meses para el caso de la caballa y siete (7) meses para otras especies.

23. Distribución del alimento: Los animales pueden ser alimentados una vez al día (excepto instrucciones de un médico veterinario). La dieta de cada individuo podría atenerse a características particulares (edad/tamaño/peso/natalidad etc.). Los alimentos pueden ser dados a los animales, algunos alimentados individualmente, por personal entrenado y suficientemente competente para medir las diferentes variaciones en hábitos alimenticios de cada ejemplar con miras a asegurar su buena salud.

#### **6.1.2.6 Cuidados de salud**

24. Un programa de medidas para prevención y control de enfermedades deberá ser dispuesto por el médico veterinario encargado.

25. Cada día un personal calificado será asignado a la tarea de observación de los animales y deberá elaborar un reporte diario concerniente a la salud de cada animal. Cualquier problema de salud o conducta deberá ser avisado al médico veterinario tan pronto como sea posible.

26. Un delfín nuevo deberá ser mantenido apartado del resto de animales hasta que se esté completamente seguro que su salud es buena. Idealmente, la piscina de cuarentena podría tener su propio suministro de agua independiente.

27. Una piscina temporal de aislamiento podría ser dispuesta para animales en caso de enfermedad o cuarentena. Cada piscina de estas deberá cumplir con los estándares del punto 6.1.1.2.9. Aparte del área de médicos, el establecimiento deberá mantener al día un récord de salud de cada animal.

28. Una autopsia será llevada a cabo después de cada muerte. Esta será llevada a cabo por un médico veterinario tan pronto como se posible luego de recibida la notificación de deceso. Los reportes post-mortem serán mantenidos bajo custodia del servicio administrativo del establecimiento y puesto a disposición de los servicios de salud del gobierno y agentes responsables del cuidado médico.

#### **6.1.2.7 Higiene general**

29. Todo desecho (alimento remanente, heces, etc.) será removido de la piscina con el objeto de prevenir la contaminación e infecciones. Las paredes y el piso de las piscinas serán limpiados tan frecuente como sea posible para mantener la calidad del ambiente de los animales.

30. Todo utensilio usado en la preparación y distribución de alimento será limpiado después de cada uso. La cocina y áreas de manipulación de comida serán lavadas diariamente y tratadas con productos de limpieza(por ejemplo: agua caliente,

detergentes, desinfectantes, etc.). Los productos químicos para limpieza no se almacenarán junto a los depósitos de comida. Los químicos podrían resultar dañinos a los animales.

31. Edificios y muros deberán estar limpios y en buenas condiciones. Las estructuras deberán estar en buen estado. Las piscinas no contendrán puntas u objetos cortantes donde el animal pueda herirse. Estas estarán diseñadas de modo que no quede agua sin removerse a la hora de limpieza.

32. Se tomarán precauciones contra agentes voladores u otras pestes. El uso de productos para el control de pestes será usado con autorización del médico veterinario y bajo su supervisión.

33. El personal deberá tener acceso a lavamanos, duchas y lavatorios para asegurar un nivel de limpieza en el trato con los animales.

#### **6.1.2.8 Etica general**

34. Ningún animal será removido de un establecimiento a otro sin aprobación de una autoridad gubernamental supervisora, excepto en casos de emergencia, luego del cual deberá informarse del hecho a la brevedad.

35. Ningún delfín será vendido, prestado, o entregado a otro establecimiento que no cumpla con estos estándares.

#### **6.1.2.9 Educación**

Cada establecimiento deberá fijarse objetivos educacionales en sus programas. Estos por lo general contienen los siguientes elementos:

- 1.-Gráficos interpretativos
- 2.-Publicaciones
- 3.-Ayudas audiovisuales
- 4.-Presentación/Exhibición \*\*)
- 5.-Programas educacionales especiales, fuera del establecimiento
- 6.-Exhibiciones interactivas
- 7.-Exhibiciones de diseños
- 8.-Interpretación de objetivos básicos
- 9.-Visitas guiadas.
- 10.-Preparación para profesores
- 11.-Programas educacionales formales
- 12.-Programas de necesidades especiales

Vínculos cercanos deberán ser forjados con las autoridades de educación locales para que se pueda disponer del máximo de facilidades que el centro. Fuera de momentos de exhibición, los animales deberían tener acceso a quienes quieran visitar el complejo, especialmente para eventos bajo el agua, si las comodidades lo permiten.

#### **6.1.2.10 Investigación**

Deberían incentivarse investigaciones científicas serias y cuidar la disposición de los animales para estos casos. Los contactos deberían hacerse al nivel de universidades y entre delfinarios. Los departamentos apropiados del gobierno debieran premiar el nivel de

accesibilidad a estos estudios y aun ellos podrían monitorear estos estudios básicos. Muchos proyectos de investigación pueden hacerse solo en cautividad y son de relevancia tal que la condición de dejarlos en libertad después de los estudios debería promulgarse.

La comunidad científica de la Asociación Europea de mamíferos debiera hacer conocer cada investigación puesto que también ellos podrían necesitar de ayuda en algún momento de la investigación

*\*) N.B.. La salinidad en las actuales investigaciones se está midiendo en 'PSU', esto es Practical Salinity Units.(Unidad práctica de salinidad) Internacionalmente la salinidad ha sido redefinida en términos de conductividad de KCl-solution para presión atmosférica y temperatura de 15°C. Las diferencias entre esta y parte por ciento son, por el momento nada para una salinidad de 35.000 PSU y 20°C y solamente cerca de 0.050 PSU para 10 PSU a -2°C.*

*\*\*) El comentario en este punto focaliza los factores biológicos. Algún comentario podría haber sido omitido.*

Rhenen, The Netherlands

February 1995

F.J.E.

<http://www.eaam.org/eaamhome.htm>

### **6.1.3 Esquema de funcionamiento de un acuario**

Para desarrollar un acuario hay un punto de vital importancia: el agua. De este punto se infiere que tenemos dos opciones, construirlo junto al mar o construirlo tierra adentro. Por lo tanto, se determinan dos sistemas de abastecimiento de agua, por recirculación o almacenamiento. Si la construcción está al borde del mar se pueden y de hecho se opta por construir grandes tanques de acrílico y concreto para almacenar el agua de mar. Si se opta por la construcción lejos del mar, queda la opción de trabajar en base a cisternas de almacenamiento y re - circular el agua haciéndola pasar por un proceso que se llama purificación cíclica del agua.

El agua debe reunir ciertas condiciones mínimas que aseguren que el medio en el que se va a alojar a la especie permita su conservación sin problemas de estrés, enfermedades de la piel, ceguera y hasta la muerte. Los requerimientos los podemos encontrar en la página de la **E.A.A.M Estándares para el alojamiento de delfines del tipo Pico de Botella.**

#### **Proceso:**

1° El agua almacenada en la alberca se encuentra conectada por tuberías a la zona de tratamiento. Solamente 10% es renovada durante cada mes. Si fuera agua de mar se renovaría solo el 5% del agua.

2° El agua pasa por un filtro PR+, para residuos sólidos

3° El agua es impulsada por una bomba. Se recomiendan una pareja de bombas para un funcionamiento alternado.

4° El agua es dejada en reposo donde se le aplica sal. Se produce salmuera y los residuos sólidos son drenados.

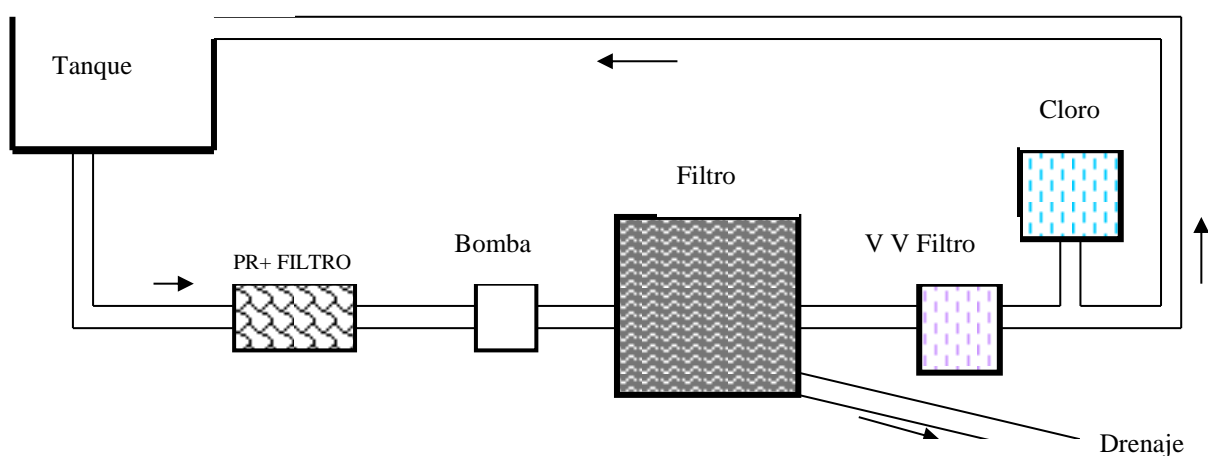
5° El agua pasa por filtros de rayos ultravioletas.

6° Se le inyecta una dosis de cloro para terminar de eliminar gérmenes

7° El agua termina por volver a la alberca en estado óptimo para la especie.

Como vemos el proceso de recirculación se dan de manera permanente sin mezclarse con el agua de las cisternas de reserva cuyas aguas vienen a suplir el volumen de agua que se elimina en cada proceso de purificación.

( Fuente: Hotel Los Delfines – Lima)



## ESQUEMA DE

Con respecto a las torres de ozono. Se trata de un novedoso sistema más eficaz en la purificación del agua. El ozono es una variación del oxígeno y cumple un mejor papel oxidante para la eliminación de bacterias.

Por este sistema, se procede reemplazar el paso 5° y 6° por el almacenamiento del agua en una torre abierta de gran altura para inyectarle ozono por la parte baja de las paredes. El ozono, en forma de gas se eleva purificando el agua y finalmente sale a la superficie y se volatiliza. Por esta razón las torres de ozono se construyen altas y camufladas. La altura es para evitar se mezclen con la atmósfera cercana al público.

### 6.2.0 PROCESO DE DISEÑO

#### 6.2.1 Concepto.-

Dentro del concepto orgánico que agrupa el acuario-delfinario-aviario, el delfinario se relaciona visualmente con el perfil del aviario. Representa el instante en que el delfín



emerge de espaldas desde el fondo del mar y salpica a su alrededor el contenido del lago, energía animal que proviene de la presencia de delfines en la zona a diseñar. El movimiento y la organización radial son las pautas a seguir en el diseño del mismo.



*Fotografía que muestra el instante en que un ave roza el agua en busca de alimento. Es este instante el que se evoca en la plástica del aviario y su relación con el acuario y el delfinario.*

*Foto: Encarta 1998*



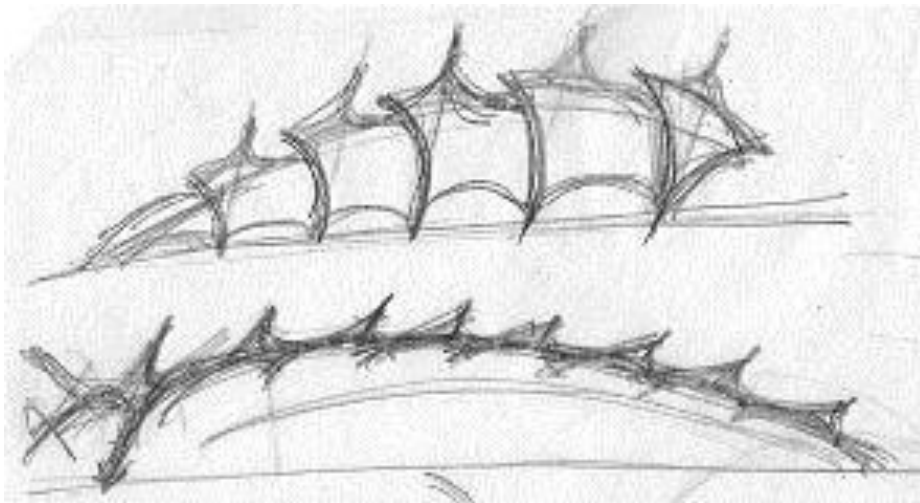
*“El picado de un ave cazando sobre el agua.....” Boceto de estudio  
(Gustavo Suárez)*

## Objetivo.-

Diseñar un espacio que englobe las tres características del delfín; sociabilidad, agilidad e inteligencia. Este espacio debe otorgar una lectura rápidamente identificable con el estallido de agua que produce un cetáceo cuando emerge del mar y vuelve a zambullirse en el..



*Fotografía que muestra el instante en que una ballena emerge del fondo del mar sobre la superficie. Tal cantidad de energía desplegada debía capitalizarse en una expresión de fuerza y ligereza, ambas en un mismo juego de emociones.  
Foto. Brochure de Rotterdam Zoo.*



Bosquejos preliminares realizados por Gustavo Suárez para la materialización del aviario y su relación formal con el acuario y delfinario. Muestra la intención de una expresión orgánicamente fuerte y con carácter.

. (Gustavo Suárez)

### 6.2.3 Programa.-

Ante la dificultad de conseguir ejemplos de otras construcciones similares en el ámbito de planos esquemáticos busqué la asesoría de gente especializada en el tema. De esta manera fue más sencilla la tarea de elaborar un programa propio y un diseño original.

El proceso se inicia identificando la secuencia típica de todo delfinario para exhibición en el mundo, teniendo en cuenta que la premisa básica es educar por medio de la preservación.

Una vez establecido el proceso, se identifican los paquetes funcionales:

- Expectación
- Mantenimiento o soporte
- Hábitat
- Control

A su vez la zona de Soporte se divide en Soporte de mantenimiento, soporte de educación, soporte de logística y soporte de servicios al usuario, con lo que se identifican las siguientes funciones a cubrir:

- Función de expectación
- Función de mantenimiento
- Función educativa
- Función logística
- Función de gobierno
- Función servicios al espectador
- Función de hábitat
- Función de control

Los ambientes y espacios que se ocuparían de cada serían los adecuados para poder satisfacer las actividades que en cada una se realizarían. De esta manera depósitos, albercas, máquinas de control de temperatura, bombas, tiendas, servicios higiénicos, auditorios, vestidores etc., quedarían ordenados según el programa siguiente:

#### **PROGRAMA TENTATIVO PARA EL DELFINARIO**

##### **EXPECTACION**

Graderías (2300 espc.)  
Servicios higiénicos  
Galería de evacuación y escape

##### **MANTENIMIENTO**

Depósito cocina para delfines  
Depósito basura

Vestuarios para trabajadores (30 personas en tres turnos)  
Cuarto de máquinas (filtro, rayos UV, cloro, ozono, bombas y grupos electrógenos)

## EDUCACION

Auditorio educativo(100 pers.)  
Poza de interacción (6 delfines)  
Duchas y vestuarios (25 pers.)  
Alquiler de pertrechos  
Area de espera  
Playa de interacción

## LOGISTICA

Depósitos de utilería. ( pelotas, boyas, aros, equipos de buceo, etc)  
Depósitos de cadáveres (con cámara frigorífica)  
Zona de descarga.  
Torres de ozono  
Cisternas de reserva (2/3 de cap. Total de albercas)  
Zona de adiestradores (10 adiestradores)  
Sala de trabajo y reuniones  
Servicios higiénicos  
Zona de operaciones para adiestradores  
Depósito de alimentos para delfines  
Galería de inspección perimetral  
Zona de maniobras de montacargas  
Primeros auxilios público  
Tópico de atención a delfines (un biólogo, un veterinario, un asistente.)  
Reparto de comida  
Cuarto de Monitoreo  
Ascensores y montacargas

## GOBIERNO

Administración  
Directorio  
Sala de reuniones  
Prensa y RRPP  
Contabilidad  
Secretaría

## SERVICIOS AL ESPECTADOR

Tienda de souvenirs  
Cafetería (150 pers.)  
Oficio  
Zona de mesas

## HABITAT

Alberca principal de hábitat y exhibición (10 delfines)

Alberca de interacción (6 delfines)

Alberca de partos (3 delfines)

Alberca de cuarentena (3 delfines)

## CONTROL

Control de personal

Ingreso

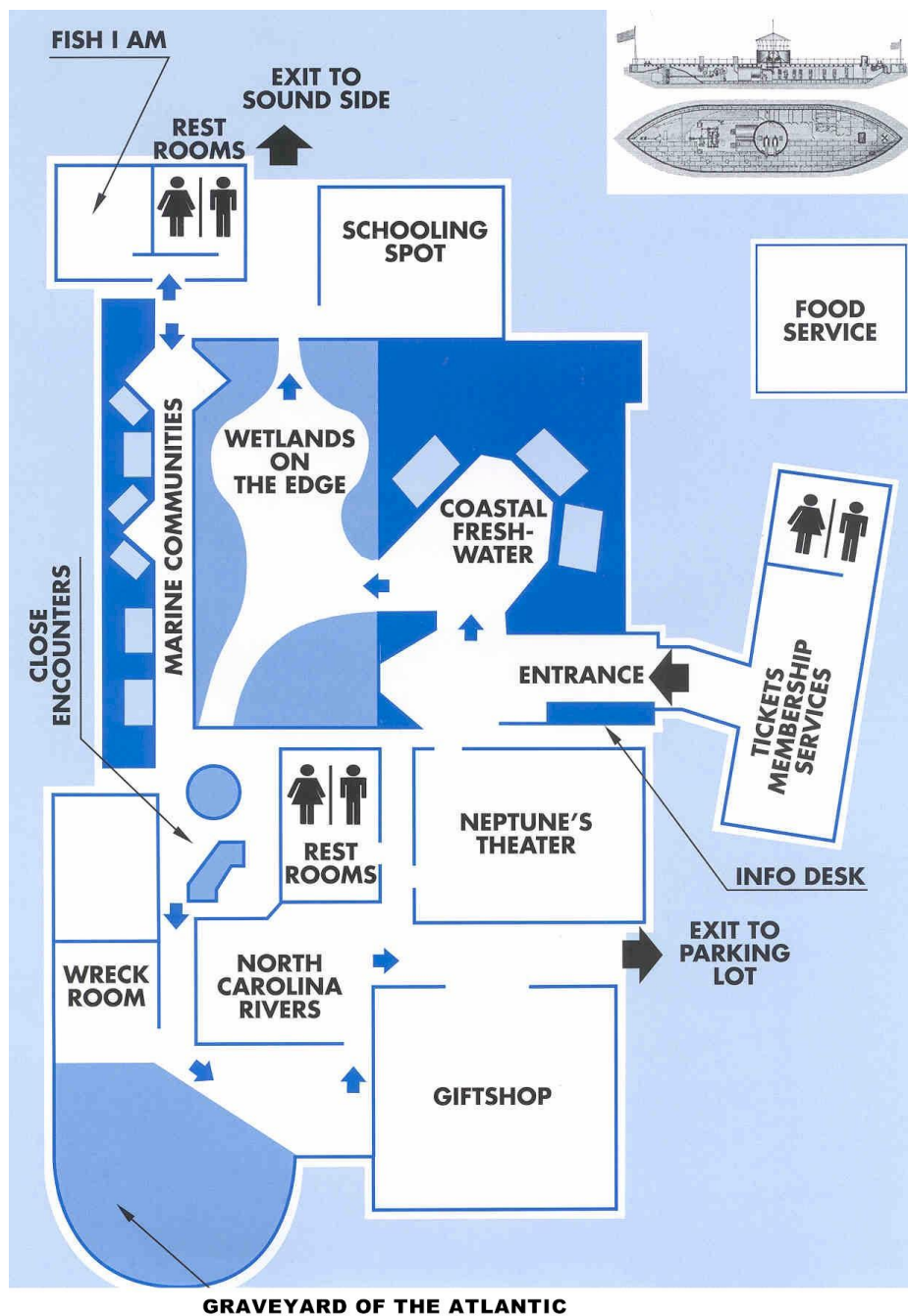
Patrullaje interno.

Zona de monitoreo.

En atención al estudio de demanda presentado con anterioridad se diseñó el espacio para 2500 usuarios entre espectadores y consumidores de cafetería y usuarios de zona de interacción.

El número de personal recomendado es para un funcionamiento óptimo en tres turnos, mañana, tardes y noches. El tipo de organización del personal se logró con la asesoría de la Dra. Monika Fibi de la webpage Zoolex.com, el personal del Hotel los Delfines en la persona de Juan José Crespo y la ayuda del personal del CER Huachipa en las personas de la Dra. Milagros Salazar y la Sra. Vet. Bertha Villalobos.

### 7.3.2 EL ACUARIO DE CAROLINA DE NORTE



El acuario de Carolina Del Norte pertenece a la generación anterior de acuarios, sin el concepto de inmersión total.

La disposición de los elementos se da de manera radial y agrupa a los servicios de mantenimiento por comunidades separadas y sin contacto entre ellos.  
Se puede observar que la mayoría de exhibiciones son una reunión de peceras rectangulares de limitado tamaño.

### **Facilidades al visitante**

Teatro Neptuno  
Tienda de recuerdos  
Servicios higiénicos  
Zona de guía y ubicación  
Hábitats  
Zona de exposición  
Zona de comidas  
Zona de información.

## **7.4.0 EL ACUARIO DE LIMA**

### **7.4.1 Generalidades**

#### **7.4.1.1 Concepto:**

El Acuario de Lima representa la riqueza marina de nuestro mar. Este concepto emerge en la realidad del Aviario que representa la red con que el hombre y su tecnología pretenden capturar para su bien.

El estar configurado como un organismo permite disponer todos los ambientes como órganos de una especie mayor que los contiene y alimenta.

#### **7.4.1.2 Objetivos**

El Acuario de Lima tiene los siguientes objetivos:

- Mostrar la riqueza marina del Perú en tres regiones
- Mostrar la riqueza marina mundial agrupada por zonas oceánicas
- Preservar las especies en vías de extinción
- Investigar y educar sobre las distintas especies animales del mar
- Promover la educación ecológica de los visitantes por medio de muestras alternadas con actividades sociales humanas.

#### **7.4.1.3 Especies a considerar en exhibición**

Las especies a ser consideradas en la exhibición encuentran en los espacios del acuario el medio necesario para sustentar la construcción de un hábitat fiel a la realidad, es decir, los espacios del acuario están en la capacidad de albergar a estas especies consideradas las más delicadas. El trabajo de paisajismo que a cada espacio se le otorgue dependerá del tipo de especie que alojará.

Así mismo, los requerimientos son distintos por cada especie y son controlados de manera independiente desde el laboratorio de control.

Tiburón

Delfín de río

Manatíes

Pulpo

Mantaraya

Tortugas marinas

Pingüinos

Corales y peces menores

Amazónicos

Berlín

Curiosidades marinas

#### **7.4.1.4 Paquetes funcionales**

Según los objetivos del acuario se determinan las siguientes áreas por cubrir:

- Area administrativa o de gobierno
- Area educativa



- Area de servicios y facilidades
- Area de mantenimiento
- Area de preservación y estudio
- Areas de seguridad y escape

#### 7.4.1.5 DIMENSIONES ESTIMADAS PARA LOS DIFERENTES AMBIENTES ACUATICOS

o	Nombre del Ambiente	Unid.	Área (m <sup>2</sup> )	Volúmen (m <sup>3</sup> )
1	Acuario: tanques de exhibición, cap. prom. 0,5 m <sup>3</sup> a 20,0 m <sup>3</sup>	30	---	300
2	Piscina del paisaje de corales.	1	20	30
3	Laguna de las Tortugas (amazónicas).	1	100	100
4	Laguna de Lagartos (amazónicos).	1	100	150
5	Laguna de los Delfines de agua dulce y manatís.	1	300	450
6	Laguna del MAR ABIERTO.	1	800	2 800
7	Laguna de Lobos Marinos.	1	1 500	5 000
8	Laguna de Pingüinos.	1	1 000	900
9	Laguna de Aves Marinas.	1	2 000	2 000
10	Laguna de Flamencos.	1	500	400
11	Piscina de los DELFINES.	1	3 600	7 200
12	Laguna de los Cisnes.	1	250	200
13	Laguna de los Patos.	1	200	160
14	Laguna de los Gansos.	1	250	200
15	Laguna de Plantas Acuáticas.	1	100	100
<b>VOLUMEN TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>				<b>19 990</b>

Fuente: Estudio Prefactibilidad de Sedanal.

Profundidades recomendadas para 3 y 4: 1.0 y 1.5 m respectivamente; para 7: mínimo 3.0 m.

#### 7.4.1.6 Capacidad operativa

El acuario está diseñado para recibir una visita alternada en 6 grupos de hasta 30 personas a la vez. Esto hace una capacidad por hora de recorrido de 90 personas, las que traslapadas con la entrada del siguiente grupo se convierten en una capacidad máxima de atención a 150 personas por turno de 1 ½ hora. Si a esto

se le suma el total de trabajadores permanentes de la zona de mantenimiento se llega a una capacidad de 200 personas simultáneamente entre trabajadores y visitantes. La capacidad se deduce del cuadro de demanda del para el Zoo de Lima.

#### **7.4.1.7 Programa tentativo para el acuario de Lima**

De la agrupación por paquetes funcionales se determinaron las áreas de trabajo para el funcionamiento del acuario. Luego, a cada área se le asignan tareas específicas.

Con la asesoría especializada se determina la siguiente tentativa de espacios necesarios para cada área:

#### **PROGRAMA DE ESPACIOS PARA EL ACUARIO DE LIMA**

##### **Area Administrativa o de gobierno**

Dirección  
Secretaría  
Relaciones Públicas  
Contabilidad  
Logística

##### **Area educativa**

Salón de charlas  
Hall de ingreso y exposiciones  
Depósito de material didáctico

##### **Area de servicios y facilidades**

Servicios higiénicos  
Restaurante  
Cafetería  
lucernario  
Auditorio  
Tienda de recuerdos

##### **Area de mantenimiento**

Laboratorios y monitoreo computarizado de calidad de agua.  
Incubadoras  
Cocina con depósitos primarios  
Zona de bombas pequeñas  
Zona de filtros y máquinas para control de hábitat  
Pozas de emergencia  
Pozas de primeros auxilios  
Zona de cuidados  
Cisternas de reserva  
Zona de electro - bombas  
Casa de fuerza  
Galería de mantenimiento ligera y evacuación de especies  
Galería de mantenimiento pesada  
Depósitos de alimentos y de sal

### **Area de preservación y estudio**

Tanques hábitats

### **Areas de seguridad y escape**

Lucernarios

Rampa de escape

Escaleras de escape

#### **7.4.2 Proceso de diseño**

El proceso de diseño del Acuario de Lima resultó un poco más trabajoso que el Delfinario, aunque la solución es sencilla en su concepto, requiere de una adecuada supervisión y resolución de detalles para llevarse a cabo.

Comienza con el primer esbozo de recorrido del acuario. Estaba claro que las áreas de mantenimiento estarían al medio como una gran columna vertebral. Sin embargo resultó insuficiente a los ojos de los especialistas.

Por tal razón se procedió a ampliar el ancho de la galería de mantenimiento y reducir el área, excesivamente generosa, de los tanques hábitats.

Esto posibilitó la implementación de verdaderos laboratorios especializados cada uno en la especie que le tocaría controlar.

La solución de hilvanar los tanques por medio de una sola vía de alimentación favoreció el tendido de la red de diseño sanitario así como la de desagüe. Del mismo modo, la red de diseño eléctrico se vio favorecida por la claridad del tendido.

El punto más delicado lo constituyó el diseño del recorrido para el público.

Si bien este tenía que ser interesante y quebrado (no ofrecer perspectivas largas sino cortadas) tampoco tenía que abundar en quiebres complicados. La situación se tornaba compleja al estar el aviario encima del acuario. Si bien son construcciones separadas funcionalmente, la construcción de una se basa en la de abajo, una emerge de otra.

La configuración del recorrido pasó por muchas variantes de diseño, siendo la mejor la que derivó de la organización radial y ritmada regularmente del Aviario. Se pudo organizar cada módulo de manera típica, cada uno era distinto en su contenido pero semejante en su forma, diseño y proceso constructivo. Las dimensiones varían regularmente según el ángulo de trazado.

De esta manera, el diseño del acuario pasó a ser más un problema de síntesis. Síntesis que recayó en el diseño del tanque hábitat piloto.

##### **7.4.2.1 El tanque – Hábitat**

El tanque hábitat piloto es la figura del acuario. En él se concentran los tres materiales predominantes del acuario: el concreto, el vidrio y el acrílico.

Está conformado por la zona de exhibición seca, la zona de exhibición húmeda (Hábitat) y la zona de investigación y cuidados.

Su configuración formal obedece a ser la que mejor responde a las solicitudes de la presión del agua y del recipiente que la contiene.

##### **7.4.2.2 Zona de exhibición húmeda**

El tanque es circular, siendo la tercera parte correspondiente a un segmento de circunferencia, la que ocupa la sección de túnel que, siendo pared del tanque es a la vez paso de los visitantes.

Esta sección de túnel puede estar hecha en vidrio según los parámetros de diseño que los planos indican o estar hecha en acrílico como los planos muestran.

##### **7.4.2.3 Zona de exhibición seca**

Corresponde al paso por el túnel para visitantes. Tiene que estar con temperatura controlada por equipos, esto evitará la formación de gotas de aguas producto de la condensación del calor humano vs. la temperatura del agua. Los equipos de aire acondicionado se ubican en los contrafuertes y reparten hacia las áreas de servicio de manera simétrica.

#### **7.4.2.4 Zona de investigación**

Es el área donde se ubican los laboratorios y zona de cuidados. Cuenta con máquinas para control de temperatura y calidad de agua, así como primeros auxilios para la especie. La salida posterior de la especie conecta a la galería de mantenimiento y evacuación, la misma que sale por vía subterránea por un costado del delfinario hacia la Clínica de Animales.

El diseño final se muestra a continuación.

### **7.3.0 ANALISIS TIPOLOGICO**

#### **7.3.1 EL OCEANIUM DE ROTTERDAM**



El Oceanium es la culminación del Plan Maestro del Zoo de Rotterdam. No quiere decir la paralización de los planes de implementación sino representa el punto más alto de desarrollo tecnológico en ese lugar.

Abierto en el verano del 2000 (la primera fase) pertenece a la nueva generación de acuarios-reales. Permite a los visitantes un viaje de aventura por debajo del mar en sus diferentes ubicaciones: Oceanía, Atlántico, el Pacífico etc. Actualmente atiende la demanda de 1.4 millones de visitantes anuales.

Cuenta con un estacionamiento propio para 1400 autos y está conectado con el resto del parque por medio de un túnel. El Oceanium acomoda cientos de especies entre mamíferos marinos, corales, tiburones, algas, etc.

El viaje comienza en las costas de Escocia y pasa a través de diferentes tipos de configuraciones paisajistas acomodadas en tanques de distinto fin, cada uno aloja distintas especies y culmina el recorrido en una inmersión total por medio de un túnel de acrílico donde uno está rodeado de tiburones y demás especies.

El viaje se complementa con servicios de comida y exhibiciones de distinta escala.

Toda la exhibición se soporta en laboratorios de mantenimiento y estudio que de manera escondida trabajan para que el público pueda disfrutar del trabajo de otros sin necesidad de interferir en labores de investigación permanente.

De esta manera se contribuye a formar una conciencia de equilibrio en el visitante quien se entera de los medios que se emplean para proteger y preservar las distintas especies que se exhiben allí.

#### **Objetivos del Oceanium**

- Preservación del medio natural
- Favorecer la investigación y educación por medio de los animales.

#### **Tecnología usada**

Los 7 millones de litros de agua que contiene el Oceanium es de mar. Pero aun así es recirculada y está dividida en los diez sistemas con que cuenta el complejo. Usando los más modernos métodos de purificación, solo el 5% del total de agua del lugar tiene que ser recirculada cada mes. Dependiendo de las calidades de vida de cada especie, el nivel de calidad de agua se divide de la siguiente manera:

- Agua latamente pura: para corales y peces sensibles
- Agua pura: para tiburones y otros peces menos sensibles
- Agua normal: para mamíferos y aves.

Los niveles de pureza del agua se miden basándose en los sistemas de ozonamiento, clorificación y temperatura de las aguas para cada especie.

El agua del Oceanium es traída del mar del Norte de Rotterdam. Primero es almacenada en una gran cisterna y luego es bombeada a Rotterdam. De aquí, se bombea a cisternas más pequeñas y luego es distribuida a cada ambiente específico.



A la derecha: vista del tanque de Oceanía y la zona de los corales. A la izquierda: vista de las profundidades del Atlántico. Ambas escenas pertenecen a la exhibición del Oceanium de Rotterdam. La limpieza de estas vistas hubiera sido impensable sin el

## Facilidades al visitante

El tipo de visitantes se divide en dos:

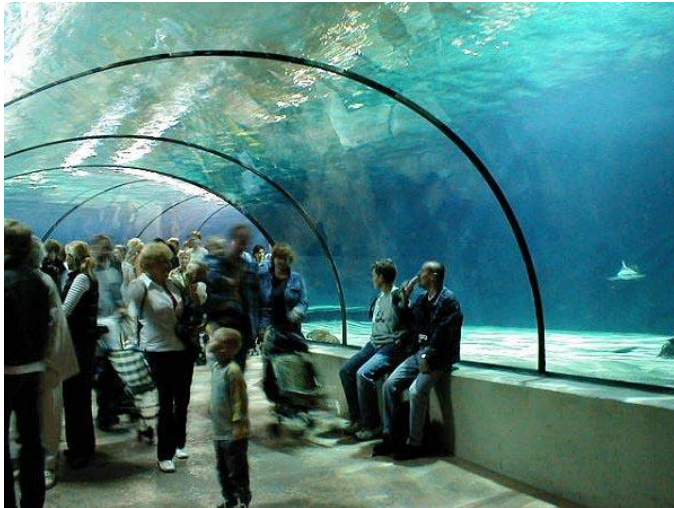
Los visitantes turísticos

Los visitantes de estudio

Los primeros son el gran número de admiradores del mundo marino y pagan por ver la exposición a través de túneles de recorrido.

Los segundos, son los estudiantes y profesionales que hacen sus prácticas y/o buscan laborar allí.

Para esto se dispone de laboratorios especializados y lugares especiales para la educación y transmisión de conocimientos al público.



Vista del túnel del Oceanium. Se puede observar el grado de interacción entre personas y el mundo marino, todo gracias a la transparencia del acrílico y la limpieza de las juntas.

*Estas son diseñadas pensando en obtener el mínimo de obstáculo visual entre personas y las especies marinas. Nótese al fondo la presencia de un tiburón, el acrílico presenta la resistencia necesaria frente a la posibilidad de impactos.*

*La temperatura interna del túnel está equilibrada con la temperatura del agua del tanque, esto es para evitar el fenómeno de condensación y empañar las acrílicas.*



Otra vista del túnel del Oceanium.

Es importante notar que las uniones están selladas con silicona estructural cuyo espesor de junta no sobrepasa la 1/2 pulgada de espesor. La condición de mayor superficie de contacto se salva en el espesor de los acrílicos que pueden llegar hasta los 5 cm de espesor en la cumbre.



**Áreas con que se cuenta:**

Área de educación: salas de exposición y clases, salas de interacción

Área de investigación: laboratorios, depósitos, cocinas, cisternas, etc.

Área de diversión: cafeterías, restaurantes.

Área de exposición: auditorio, hall principal, paseo integral.

Área de hábitats: especies mamíferos, especies aéreas, especies reptiles, especies anfibias, especies invertebradas.

**Datos técnicos**

Superficie total: 12,000 m<sup>2</sup> de área sin contar parqueo.

Parqueo para 1400 autos.

Cantidad de agua: 7 millones de litros de agua.

Materiales usados: concreto, acrílico y vidrio.

Filtros: 22 módulos que proveen de proteínas y mantienen la presión, temperatura y pureza del agua según el hábitat correspondiente. Se complementan con filtros de ozono y rayos VV. Dividido en 10 sistemas.

Tuberías: cerca de 50 Km

Electricidad: cuenta con grupos electrógenos que hacen un total de 325 kilowatts y una sub-estación eléctrica propia alejada del acuario.

## Galería de fotos



Túnel de acrílico de 8 mt de desarrollo. No tienen una sola junta salvo en los extremos y bordes de contacto en la base.



Otra vista del mismo túnel, el juego de luces permite la creación de espectáculos hermosos de naturaleza acuática



Otra vista del túnel de los corales. La serenidad de las profundidades marinas persiste con la limpieza del



Vista a través de un panel plano en el Rotterdam Zoo.



Imagen promocional del Oceanium de Rotterdam Zoo. Muestra la transparencia del túnel bajo las profundidades marinas y la seguridad de la exhibición. Foto: brochure del

## CAPITULO VII

### El Acuario

## 7.1.0 Generalidades

### 7.1.1 Un acuario



*Diseñar un espacio que involucre vida de hombres y vida de animales al mismo tiempo implica variables de mucho cuidado. Foto: Reynolds Polymer Lmtd.*

Diseñar y construir un edificio para humanos es una cosa. Diseñar y construir un edificio para la vida terrestre y la vida marina al mismo tiempo es otra. ¿Cómo puede un arquitecto combinar adecuadamente ciencia y tecnología para construir un edificio que combine ambas cosas?.

Para responder estas preguntas pude contactarme con la página web del arquitecto Peter Chermayeff, con más de 26 años al cargo de arquitecto principal del Acuario de Boston y autor de la construcción de acuarios en Osaka y el más reciente en Lisboa, Portugal. Actualmente se encuentra diseñando el nuevo Acuario de Virginia, USA.

*“ Diseñar un acuario es un trabajo mucho más multidisciplinario que cualquier otra construcción en el mundo que yo conozca” dice Chermayeff, pues requiere muchos cuidados que tener y por lo tanto las medidas de seguridad son mucho más exigentes que las que se suponen.”*

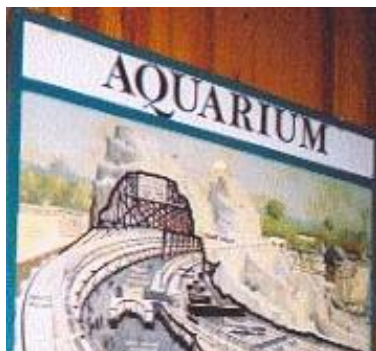
Los espacios que se generan del encuentro entre dos especies vivientes en la tierra, humanos y animales, necesitan de toda nuestra atención para que estos sean lo más seguros posibles.

Aun los largos paneles de plástico fueron evolucionando hasta ser los acrílicos de hoy que muchas veces soportan presiones de agua enormes como que a una profundidad de 9 metros los espesores del acrílico pueden llegar hasta 14 pulgadas ( 35 cm.) de espesor.

*\*Tomado de la Revista Aquarium Architecture Nov. 27-Dec 1, 2000 Internet.*



### 7.1.2 La tecnología de acuarios a la medida del mercado europeo\*



Vista de las instalaciones del acuario del London Zoo, innovadoras por los años 60. La disposición en fila de las peceras era típica de entonces. Foto: Gustavo S.



La idea tradicional de un acuario británico evoca la monótona secuencia de paneles rectangulares uno tras otro sin ningún tipo de ambientación.

En contraste con la imagen americana, sugerente y variada al combinar escalas distintas de exhibición; ganando cada día más adeptos y calificaciones de excelencia.

Un buen número de razones puede ser citado para explicar esta diferencia, la primera y más importante de todas es el presupuesto. Suena fácil pero no es solamente cuestión de dinero. La verdad es que todo ese presupuesto debía ir a pagar una buena disposición que satisficiera la cada vez mayor demanda del público por buenos e imaginativos espacios.

Ambos, el presupuesto y diseño son aspectos íntimamente ligados a los paneles de exposición los que, inevitablemente requerían mayor poder tecnológico (nuevas formas, mayor presión, etc.) y

por ende costaban más. Pero nuevos vientos de imaginación empezaron a soplar en Europa y luego de la apertura de nuevos acuarios como el Centre de la Mer en Boulogne en 1990 comenzaron una rápida evolución hasta el reciente Oceanium en Rotterdam abierto en diciembre del 2001.

La novedad comenzó con la construcción del Centro de Vida marina en Escocia en 1979. Aquí encontramos nuevos estándares de entretenimiento para los visitantes; definitivamente rompió con la tradición Victoriana de hacer acuarios. Múltiples niveles de exposición, recorridos por caminos de exploración “a través del mar” se sucedían alternadamente con los paneles rectangulares que matizaban la escala del recorrido y del visitante quien se sentía cada vez más ligado a la vida marina, cada especie gozaba de un espacio propio y de manera imperceptible “convivía” con otros peces en la misma pecera; el observador no detectaba que estaban separados por paneles invisibles de vidrio. El futuro de las exhibiciones se veían mágicos pero el fantasma del costo de cada panel seguía traicionando toda iniciativa.

Múltiples trabajos de investigación se elaboraban con el fin de minimizar costos y encontrar nuevos materiales más económicos, fáciles de trabajar y sobre todo resistentes a la corrosión. Hasta el momento los materiales tradicionales seguían siendo el concreto y el vidrio. Este último consumía todas las expectativas de ahorro pues seguía siendo caro, frágil y pesado, muy difícil de trabajar in situ. Por eso se llegó a creer que la base de todo el éxito de la exposición era siempre aumentar el área de visión sin perturbaciones de armaduras impertinentes.

En 1979, el Reino Unido fue, y tal vez ahora aun lo sea, la única fuente de vidrios de 25 mm de espesor, las investigaciones sobre el vidrio laminado apenas mostraban un ligero aumento en la visibilidad a través de los paneles. Mientras tanto las investigaciones sobre el acrílico seguían en desventaja por su alto precio.

A pesar de las desventajas, la aceptación de un nuevo proyecto: un Tanque Oceánico en Portsmouth comisionado por el Príncipe de Wales en 1986 culminó con la fabricación e instalación de unos paneles largos de vidrio laminado bajo 4 mt. de profundidad en el océano.

Avances como este permitieron aceptar en 1989 nuevas comisiones como la del Sea Life centre en Hunstanton, Inglaterra donde se pudo lograr una composición inclinada de paneles de hasta 20 metros soportados con la ayuda de columnetas de unión en cada junta de panel.

A pesar de los tremendos avances que se lograban cada vez con la ayuda del vidrio, este no dejaba de ser un lastre a la hora de idear nuevas instalaciones y peor aun al momento de instalarlos. De las tres alternativas de vidrio, ninguna ofrecía la versatilidad del acrílico.

## **7.2.0 LOS MATERIALES**

### **7.2.1 Los Tanques De Concreto**

Los tanques son estructuras cuya función es almacenar líquidos. Son de tres tipos: enterrados, superficiales o elevados. Los primeros están constituidos por piscinas, cisternas, reservorios de agua potable, etc. Los segundos son aquellos que están apoyados sobre la superficie del terreno y son utilizados como una alternativa a los tanques enterrados cuando el costo de la excavación del terreno es elevado o cuando se desea mantener la altura de presión por la topografía del terreno. Los tanques elevados se emplean. Los tanques elevados se emplean cuando se necesita elevar la altura de presión del agua para su distribución. Son de diferentes tamaños dependiendo del volumen del líquido que almacenarán y esto condiciona su forma como se mostrará más adelante. En la figura siguiente se muestran algunos tipos de tanque. Los tanques también se clasifican por su forma en planta en: cuadrados, rectangulares o circulares.

*Los tanques deben proyectarse y construirse buscando garantizar su hermetismo. Esto se consigue controlando el fisuramiento del concreto, ubicando, diseñando y detallando juntas, distribuyendo convenientemente el refuerzo, etc. Para el diseño, algunos autores recomiendan emplear el método elástico. De este modo, controlan directamente el esfuerzo de trabajo del acero manteniéndolo en límites que no agudicen el agrietamiento del concreto. Sin embargo, el ACI recomienda tanto el método de diseño a la rotura como el método de diseño elástico, presentando algunos criterios adicionales a ser tomados en cuenta en este tipo de estructuras.*

## **CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO**

En general las consideraciones se basan en el refuerzo, control de fisuras y diseño de juntas.

### **Recubrimiento del refuerzo**

Para las estructuras retenedoras del líquido, el ACI sugiere los recubrimientos mínimos mostrados por la siguiente tabla.

Condiciones	Recubrimiento (cm)
Losas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo condiciones secas               <ul style="list-style-type: none"> <li>Varillas # 14 y #18 4.00</li> <li>Varillas # 11 y menores 2.00</li> </ul> </li> <li>Concreto en contacto con el terreno, agua intemperie, aguas servidas vaciado contra encofrado; concreto en elementos apoyados sobre losas de cimentación o que soportan terreno:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Varillas # 5 y menores 4.00</li> <li>Varillas # 6 y # 18 5.00</li> </ul> </li> </ul>	
Vigas y columnas <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo condiciones secas               <ul style="list-style-type: none"> <li>Estribos 4.00</li> <li>Refuerzo principal 5.00</li> </ul> </li> <li>Superficie en contacto con el terreno, agua, intemperie:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Estribos 5.00</li> <li>Refuerzo principal 6.50</li> </ul> </li> </ul>	
Muros <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo condiciones secas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Varillas # 11 y menores 2.00</li> <li>Varillas # 14 y # 18 4.00</li> </ul> </li> <li>Superficies expuestas al terreno, agua, aguas servidas, intemperie, vaciadas contra encofrado:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Tanques circulares y otros 5.00</li> </ul> </li> </ul>	
Zapatas <ul style="list-style-type: none"> <li>Superficiales vaciadas contra encofrado apoyadas en losas de cimentación: 5.00</li> <li>Superficies vaciadas directamente contra el terreno y en contacto con él: 7.50</li> <li>Refuerzo en la cara superior de la zapata igual a losas</li> <li>Zapatas sobre pilotes 5.00</li> </ul>	

### Control de fisuras

Las fisuras se presentan en el concreto cuando se excede su resistencia a la tensión. Su presencia es evitable y por lo tanto, el proyectista solo busca limitar su ancho. Un agrietamiento excesivo puede ocasionar la pérdida de líquidos en reservorios o perjudicar la apariencia externa de las superficies que requieren un acabado completamente liso. Así mismo, la presencia de fisuras afecta el recubrimiento de la armadura y por lo tanto su función de protección al refuerzo.

La corrosión de las armaduras siempre se ha asociado a la presencia de grietas pero no siempre es así, es decir no siempre influyen directamente.



El ancho de las grietas es limitado de acuerdo al tipo de exposición que tendrá el elemento diseñado. Si no está expuesto a la intemperie, el ancho de la fisura deberá estar por debajo de 0.04 cm. Y si lo está, el ancho de la fisura deberá ser menor que 0.03 cm.

Si al efectuar el control de grietas en reservorios, se excede los límites recomendados se puede considerar dos soluciones: reducir el espaciamiento del refuerzo, incrementando de este modo el área de acero y disminuyendo el refuerzo en él, o, aumentar el diámetro o el número de varillas utilizadas, incrementando la cantidad de acero y reduciendo su esfuerzo.

#### Juntas y detallado de uniones

El concreto, por su naturaleza, es un material que está sometido a continuos cambios de volumen los cuales son respuesta a cambios de humedad y temperatura. Para evitar el agrietamiento que esto ocasiona es necesario proveer juntas de contracción. En la siguiente figura se muestran algunos tipos de juntas que se utilizan en tanques. El ancho de estas juntas depende de la magnitud del desplazamiento que se espera de la estructura.

El detallado de la unión de la base y las paredes del tanque también es una parte muy importante para garantizar el almacenamiento del líquido. En la siguiente figura se muestran algunos tipos de uniones base - pared. El primero permite deslizamiento entre ambos, el segundo actúa como apoyo rotulado y el tercero, como uno empotrado. Este último es el más usado.

#### ANALISIS DE TANQUES RECTANGULARES Y CIRCULARES

Los tanques rectangulares trabajan principalmente a flexión y corte mientras que los circulares, a tracción pura, cuando son superficiales o elevados y a compresión para cuando son enterrados.

#### Tanques rectangulares

Las paredes, la base y la tapa de los tanques rectangulares son losas sometidas a cargas uniformemente distribuidas, triangulares o trapezoidales. Dependiendo de sus dimensiones, experimentan flexión en una o más direcciones.

El caso es que por tratarse de elementos no continuos, el cálculo y distribución del refuerzo resulta excesivo y exhaustivo, justificable solamente cuando se trata de consideraciones físicas del terreno o por razones de espacio.

Si el tanque es cuadrado, se puede sintetizar el diseño a una sola esquina y repetirla en las restantes pero si es rectangular la situación es distinta y el cálculo tiene que hacerse por cada esquina.

#### Tanques circulares

Los tanques circulares presentan la ventaja que la relación entre la superficie de contacto con el agua y su capacidad es menor que la correspondiente a los tanques rectangulares, requiriendo, además, menor cantidad de materiales. Por otro lado, presentan la desventaja que el costo de su encofrado es mayor. Para estructuras de gran capacidad, su utilización resulta más económica, sin embargo no es conveniente emplearlos en estructuras pequeñas.

La siguiente figura muestra la distribución de la fuerza anular en la pared de un tanque circular considerándola empotrada en la base en un caso y rotulada en otro. Como se aprecia, la distribución no es triangular la cual se presentaría si la base no restringiera su desplazamiento. En la figura adyacente se presenta la distribución de los momentos verticales en la pared. Si se considera que la

base de la pared está empotrada, la tensión en la cara interior se presenta en la parte baja, mientras que, en casi toda su altura, la cara exterior está traccionada.

## **TANQUES ENTERRADOS**

Las dimensiones del tanque son definidas, en principio, por la capacidad de almacenamiento requerido. Sin embargo, durante el proceso de diseño, es preciso verificar que la carga que transmiten al terreno no sobrepase su capacidad portante. Del mismo modo, si el nivel freático es elevado, debe verificarse su estabilidad bajo la situación crítica del tanque vacío. En caso que el peso de la estructura sea insuficiente para evitar la flotación, este puede ser incrementado aumentando el grosor de las paredes, fondo y techo del tanque o disponiendo aletas en los lados como se muestra:

Estos dispositivos no solo aumentan el peso de la estructura sino el área de contacto entre la estructura y el terreno, reduciendo la presión que ejerce sobre el último.

La condición de carga crítica para el diseño de tanques enterrados se presenta cuando el tanque está vacío. Sobre el techo, si está presente, actúa su peso propio, el peso del piso terminado y la sobrecarga. En las paredes actúa el empuje del suelo y el empuje de la sobrecarga del terreno y en la base, la reacción del suelo correspondiente al peso de las paredes, del techo y a las cargas que actúan sobre este. El peso propio del fondo no genera flexión sobre sí mismo.

### **7.2.2 Vitrinas de exhibición**

#### **7.2.2.1 Los acrílicos**

La mayor ventaja de los paneles de acrílico es que podían curvarse como se quisiera y mejor aun, era factible alcanzar el espesor que se desease sin malograr la visión a través de los mismo. Asimismo, las juntas no requerían ser tan gruesas sino que era posible trabajarlas químicamente con la facilidad que ofrecía la instalación in situ.. El acrílico era la respuesta a los sueños de los diseñadores de acuarios

Para el mismo proyecto del tanque Oceánico en Hounstanton se experimentó las nuevas posibilidades del acrílico. Las múltiples ventajas de este material decidieron compararse con las del vidrio y finalmente se usaron en el primer túnel de acrílico de Europa.

Con el procedimiento del termoformado de largo paneles de 60mm de espesor se consiguieron paneles curvos como sección del túnel los mismos que unieron con la ayuda de selladores químicos. Este nuevo procedimiento permitió por fin disponer de varios niveles de lectura a través de paneles curvos, con doble curvatura (túnel) o con forma de domo.

En suma, hoy existen muchas variedades de elementos traslúcidos que permiten lograr cualquier extravagancia arquitectónica en el diseño de un acuario sin ser necesariamente costosa.

\* Mike Causer, Sea Life Centre, England. 4º Simposio de Técnicas de Acuarios en Zoológicos.1992

### 7.2.2.2 Acrílico vs. Vidrio:

#### Recipientes de agua modernos y traslúcidos. Componentes de vidrio o acrílico\*

Los primeros diseños de acuarios se hallaban limitados a la típica disposición de estanques rectangulares de concreto pintados de azul en pequeñas instalaciones a puertas cerradas utilizando paneles planos de vidrio con esquinas de acero inoxidable como marco estructural.

Afortunadamente, en 1930, el Dr. Otto Rohm descubrió el metacrilato, más conocido como acrílico. Desde entonces el acrílico ha mostrado ser mucho mejor a la hora de ser doblado o



*Peceras de vidrio en mantenimiento. London Zoo.  
Foto: Gustavo Suárez.*

formado a capricho con índices de resistencia superiores al vidrio a la hora de contener el agua. Para 1960, Japón era el primer país en implementar el acrílico en lugar de una lamina de vidrio como pared contenedora de agua. Durante los 70's y 80's Japón y Estados Unidos lograron la tecnología necesaria para lograr la flexibilidad del acrílico hoy. También durante este período los más progresivos arquitectos y diseñadores, muchas veces presionados por los ecologistas y la demanda de implementar verdaderos medios de vida para los animales en cautividad, comenzaron a integrar elementos naturales en sus exhibiciones. Flexibilidad, versatilidad, resistencia, visibilidad y trabajabilidad fueron los puntos clave para que el acrílico ocupase el lugar que ocupa hoy.

### 7.2.2.3 Consideraciones de diseño para exhibiciones



*Tuneles de acrílico desarrollados por Reynolds Polymer Tech.  
Foto: Reynolds*

Las exhibiciones modernas emplean elementos tan funcionales como dramáticamente aparentes. Por ejemplo, es posible reconstruir el ambiente de un tiburón donde ni el mismo sepa que a corta distancia tiene comida que lo esta mirando o que esta rodeado de un medio tan artificial como salvajemente natural a la vez. Otro ejemplo es el logro de enormes estadios para delfines con millones de litros de agua contenidos otorgando al público hermosas vistas

sobre y bajo la línea de agua. Pero, ¿cuál es el material idóneo para este tipo de exhibiciones?. Muchos materiales han sido probados y evaluados pero solamente el vidrio y el acrílico son reconocidos como materiales que proveen la transparencia necesaria y rendimiento estructural óptimo, durabilidad y seguridad necesarias para contener el agua traslúcidamente. Pero nunca todo está dictado. Solamente los propósitos que la exhibición persigue, el tamaño y el costo nos dirán el tipo de material que se deberá usar.

#### 7.2.2.4 Formas disponibles de paneles transparentes

Para un gran impacto y asegurar la atracción del público a los delfinarios y/o acuarios, los paneles son instalados mayormente en los tramos de paseo submarino en acuario.

Hasta hace poco, las construcciones de miradores bajo el agua solo eran posible a través de pequeños espacios donde el vidrio era soportado por parantes estructurales espaciados cercanamente uno tras otro a manera de marco que alojaba el vidrio plano debidamente sellado. Pero utilizando acrílico, los tramos estructurales se pueden incrementar, es decir se pueden espaciar más. A esto se añade la posibilidad de curvar el acrílico con lo que el factor sorpresa aumenta considerablemente. Desgraciadamente estos procedimientos son costosos y siempre estarán presentes a la hora de diseñar y planificar una construcción de este tipo.

Si la meta es aumentar la afluencia del público, entonces la respuesta es la forma de los paneles. Este factor es básico y siempre debe ser estudiado. Ahora se disponen de muchas formas, curvas, convexas, cóncavas, planas, cilíndricas, etc. Las hay muy flexibles y disponibles en numerosos espesores.

Los paneles curvos están ganando demanda ante el público por el drama que introducen. El acrílico es desde ya el material ideal puesto que está formado en caliente y a la forma deseada, además la distorsión es mínima a la hora de traslucir el contenido del lado opuesto.

Las secciones de túnel son una reciente extensión de la tecnología de paneles curvados y pueden usarse para aumentar la buena reacción del público. Un túnel puede conducir al público a



Vista del ingreso al túnel del Oceanium en Rotterdam Zoo. El túnel de acrílico como elemento sorpresa asegura el éxito de una muestra audaz. Foto: Página web del Rotterdam Zoo.

experimentar una de las mejores sensaciones de su vida al simular una caminata sobre el piso del océano sin tener que mojarse y con todo el mar sobre sus cabezas. Los túneles también se usan para hacer fluir al público de manera alternada por el recorrido del acuario.

Los domos o secciones cilíndricas están comenzando a ser manejadas mejor a favor del público. Ayudan a interactuar de manera distinta con cada especie. Por ejemplo el efecto que produce el uso de un domo es el del “ojo de pez” viendo dentro de la exhibición pero tiende a distorsionar la visión dl espectador o lo que mira. Los tanques largos y cilíndricos de 360 grados de revolución alcanzan gran efectividad dependiendo del lugar donde se les coloque. Por ejemplo para pasar “sobre agua” y “bajo agua” al mismo tiempo.



*Vista del mirador de acrílico tipo ojo de pez. Foto: Reynolds Polymer Tech. Página Web.*

### Selección del material

El acrílico es el material idóneo para las exhibiciones de acuario pero no siempre es la única. Todo depende del tamaño de la exhibición y del tipo de especie que se alojará dentro del tanque.

Se dice lo mejor del acrílico por su alta resistencia al impacto y a la seguridad que introduce a la hora de reducir riesgos.

El comportamiento, características y medio de la especie en exhibición debe ser considerados a la hora de elegir el material del panel a usar. Un alto rango de animales como las ballenas o delfines requieren tanques costosos con grandes volúmenes de agua y hermosa decoración. Estos tipos de exhibiciones son candidatas ideales para el empleo de paneles de acrílico pues la disponibilidad, longitud, resistencia al impacto y nitidez son probadas.

En el caso de pinípedos o tortugas, estas tienen garras en sus aletas que pueden rayar el acrílico malogrando la vista a través de ellos. Muchos de este tipo de exhibiciones se logran mejor usando paneles de vidrio templado.

Condiciones climáticas especiales pueden causar problemas únicos como la condensación de agua en la vista de los paneles. El agua fría de la exhibición de mamíferos y aves acuáticas como los pingüinos causan condensación fuera del panel, es decir en el lado del público. Por otro lado, el agua caliente, tibia o de exhibiciones tropicales causa la condensación en la cara interior de la exhibición. Como el acrílico es un pobre conductor pero excelente aislante, las temperaturas extremas tienen un muy pequeño efecto en los paneles de acrílico. Si se usase vidrio, la precaución estaría en usar dobles paneles con gas inerte entre ellos, desecante o ventiladores sofisticados para remover o prevenir la condensación que pudiese ocurrir.

Una vez que las especies a exhibir son conocidas, el factor para escoger el material estaría casi asegurando el éxito del montaje. Las limitaciones del tamaño de los paños de acrílico siempre deben ser evaluadas; extremadamente largos requerirían varias secciones para cubrir la muestra.

#### **7.2.2.5 Tipos de uniones entre paneles**

Existen tres maneras de ensamblar los paneles: parantes (columnetas), juntas selladas o dientes.

#### Parantes: o columnetas de arriostre.

Son usualmente hechas de acero inoxidable o concreto y funcionan como miembros estructurales para poder fijar las secciones de panel deseadas las mismas que juntas formarán una larga zona de exposición. Los parantes son usados similarmente con vidrio o acrílico y proporcionan la opción de poder disminuir considerablemente el espesor de cada panel. A mayor número de parantes, menor es el área a cubrir por cada panel, por lo tanto a menor área de paño el espesor es menor también.

#### Juntas selladas:

Pueden usadas para disminuir los puntos de quiebre de la visual ocasionadas por la presencia de los parantes entre los paños traslúcidos. El panel debe estar diseñado para soportar el agua cargada como si la junta fuese un elemento no estructural. Los selladores de juntas deben ser muy flexibles y poder adaptarse a una gran variedad de diseños.

#### Endentadas:

Son bordes con muescas que encajan en otra similar pero del panel adyacente. Solo deben ser usadas si se requiere una unión de dos paneles que van a dejar ver todo su contenido y no se desea exponer la junta, es decir si se quiere cierto grado de invisibilidad de la junta. En este caso, los selladores son químicos. La industria del acrílico ha desarrollado un largo segmento de estos R&D (selladores químicos) para perfeccionar las juntas aun bajo agua. Muchos diseñadores prefieren este sistema que las columnetas pues es posible fabricar el endentado con el grado de precisión que se requiera así como con el más alto grado de seguridad que un panel sin muescas. Esta opción aumentará inevitablemente el costo de cada panel.

La experiencia ha demostrado que las muescas tienden a decolorarse después de un buen tiempo o suelen quebrarse (levemente pero indeseable) por eso se recomienda el uso de muescas solamente cuando sea absolutamente indispensable.

Tratamiento de juntas(ver anexo de juntas)

#### **7.2.2.6 El color**

Para lograr colores naturales, no siempre se debe imitar el famoso “azul marino” sino se debe buscar el color adecuado según la especie y sus características de mimetización. Los colores que nosotros vemos naturalmente al aire libre, sufren alteraciones de percepción al pasar por los cristales de sal del agua y si a esto le aumentamos el color inevitablemente “transparente” del acrílico el efecto logrado no siempre es el deseado. Las profundidades del hábitat en su largo y ancho y la altura de penetración de la luz también influyen en el logro del color deseado.

#### **7.2.2.7 Montaje de paneles y sistema de sellado.**

Cada arquitecto, constructor, diseñador o proyectista tiene su sellador favorito. Sin embargo no siempre el tipo más bueno de sellador será el más apropiado para todos los tipos de acrílico. Cada

acrílico tiene su propia composición y el escoger el tipo de sellador va en función del material de que está hecho el panel de acrílico.

Antes de colocar los paneles de acrílico es importante revisar que el tanque de concreto y todos aquellos componentes que alojarán un panel o agua en general, estén en buen estado constructivo. No deben existir rajaduras, ni cangrejas. Deben evitarse los sopladitos del concreto, para esto debe seguirse un adecuado procedimiento de curado antes de asentar cualquier elemento de acrílico, sobre todo las irregularidades en los vanos donde irán los paneles, estos pueden asumir esfuerzos innecesarios solo a causa de una superficie irregular.

Es necesario contar con una superficie técnicamente limpia y en la práctica deberá ser correcta, solo de esta manera la inversión queda garantizada y por ende su larga vida útil.

### **7.2.3 Proceso de montaje de acrílicos**

El proceso de montaje varía levemente según el contratista pero básicamente es el mismo para todos:

- 1° Debe practicarse un canal o marco en el concreto para asentar el panel dentro de él.
- 2° No debe permitirse ninguna protuberancia ni vacío en la superficie del concreto que va a estar en contacto con el borde del panel.
- 3° Se coloca una banda de apoyo de neopreno entre el panel y el concreto. Esta servirá para absorber cualquier desplazamiento (milimétrico) en caso de dilataciones, golpes o movimientos.
- 4° El panel es colocado en unos pequeños alineadores de acrílico que ayudan a compensar cualquier variación de posición durante el momento de instalación y montaje.
- 5° Cuando el panel ya está en la posición adecuada, se procede a ajustar los clips de acrílico que mantendrán el panel en la posición óptima para aplicarle el sellador.
- 6° Una primera capa de sellador es aplicada a los bordes de cada panel para ser curada.
- 7° Luego se procede a vaciar “in situ” la capa final de sellador entre las juntas.
- 8° Luego de un curado de 21 días, el tanque recién está listo para las respectivas pruebas de agua o grietas. Estas pueden estar en el panel mismo o en el concreto.
- 9° Este proceso se repite tantas veces como aparezcan grietas que deben ser reparadas, si fuese concreto, o procediendo al cambio de panel si este estuviera dañado.
- 10° Una vez que el tanque está cargado completamente, se le concede un período de observación de 3 días para finalmente, sin vaciar el tanque, aplicársele una capa más de sellador por la cara seca del panel y a lo largo de todos los bordes del mismo.
- 11° Una vez terminadas estas consideraciones se podrá pensar en instalar accesorios de paisajismo siempre con el cuidado de no dañar (taladros, golpes de martillo, etc.) uniones o juntas entre acrílico y concreto.

### **7.2.3 Secuencia fotográfica para montaje de acrílicos**



La siguiente secuencia fue posible gracias a la colaboración del Ingeniero Moisés Pérez del Acuario de Veracruz en México.



*Una vez lograda la forma estructural de concreto que alojará los acrílicos se procede a curar el concreto mismo. Este no debe presentar cangrejeras o soplos de aire.*

*Asimismo, debe practicarse canales y muescas en el concreto para reposar en ellas el borde de contacto con el túnel de acrílico.*

*Estos canales no deben presentar el más mínimo desnivel o protuberancia en la superficie de contacto con el acrílico. De existir una, debe limarse hasta lograr una superficie lisa al 100%. Esto para que las posibles vibraciones del concreto no transmitan esfuerzos variables en la superficie del acrílico y puedan fatigar al material más de los límites permitidos.*

*En la foto se puede apreciar el concreto ya curado y bañado en pintura selladora y anticorrosiva. De igual manera, los canales de contacto son notorios prolongándose hacia los bordes de la bóveda de cañón.*

*La dimensión de las muescas son diseñadas por el proveedor de los acrílicos y conviene asegurarse que sean lo suficientemente holgadas para asegurar mayor superficie de contacto entre el concreto, el acrílico y los selladores que fijarán el sellado a prueba de agua.*

*Es notoria la ausencia de juntas de expansión en el recorrido del túnel. El concreto es monolítico y se comportará estructuralmente junto con el túnel de acrílico. El único borde flexible esta en la junta sellada con silicona estructural.*

*La vista corresponde al tanque de los manatíes en el Acuario de Veracruz en México y la foto es cortesía del Ing° Moisés Pérez.*



*La vista muestra el instante en que se descarga por grúa uno de los túneles de acrílico. Este mide aproximadamente 10 mt. de longitud en su desarrollo y una altura libre interna de 3.4mt.*

*Es importante notar que estos elementos son fabricados en una planta y luego son transportados de manera completa (sin despiece) hasta el lugar mismo de la instalación. Muchas veces se hace por barco y no existe mayor problema en su manipulación. Esta es mucho más fácil que la del vidrio, el diseño de una pieza similar en vidrio es prácticamente imposible en términos económicos y el peso sobrepasa en un 400% al peso del acrílico, esto sin nombrarla fragilidad del vidrio y el coste adicional de su transporte y manipulación.*

*Foto: Cortesía de Ing° Moisés Pérez.  
Acuario de Veracruz México.*





*Esta vista nos muestra el traslado y descenso en grúa del túnel de acrílico.*

La manipulación se hace conservando al estructura de seguridad del tunel. Se puede observar que la misma, mantiene el tunel rigidamente estable sin pandeos que comprometan su desempeño posterior.

Foto: cortesía del Ing° Moisés Pérez M. Del Acuario de Veracruz en México.



*Ya próximos a la colocación, se procede a retirar el armazón de seguridad pero se conservan arriostres de seguridad de madera.*

Los bordes negros corresponden al lugar por donde se aplicará la silicona estructural. Nótese los armazones de seguridad reposando en el suelo.

Foto: cortesía de Ing° Moisés Pérez M. Acuario de Veracruz en México.



*Una vez determinado el sitio exacto de asentamiento, se deja posar suavemente el túnel sobre la superficie acanalada del tanque, para este instante se asegura que todos los canales estén limpios y nivelados, así como los arriostres de seguridad auxiliares no se retiran sino hasta que el producto esté asentado ya.*

Foto: cortesía de Ing° Moisés Pérez M. Acuario de Veracruz en México.



*De manera similar se procedió con este panel curvo. El izamiento se hace con cuidado y se manipula todo con ayuda humana y mecánica. El borde de la ventana de concreto se halla limpio, pulido y exento de desniveles e impurezas que no permitan un correcto sellado. Es importante destacar unas piezas de color azul en los bordes del vano. Se tratan de niveladores mecánicos que ayudan a “mover” el panel de manera tangencial al vano hasta que encuentre su posición exacta y se le ajuste hasta fijar el acrílico en la posición deseada. Estos niveladores no se usaron en el caso del túnel pues este reposaba completamente y por gravedad sobre el concreto que lo alojaba. Foto: cortesía de Ing° Moisés Pérez M. Acuario de Veracruz en México.*



*La utilidad de los niveladores mecánicos se manifiesta sobre todo en la colocación de paneles verticales o paredes. En la foto vemos que el panel ya alcanzó su posición y se procede a ajustarlo en su sitio correcto. Si ocurriese algún desplazamiento hasta el día del sellado con silicona, los niveladores solucionarán el problema. Foto: cortesía de Ing° Moisés Pérez M. Acuario de Veracruz en México.*

## Aspectos de seguridad

El riesgo nunca desaparece y menos cuando se manipula energía. El resultado es catastrófico si ocurriese que un panel de vidrio se quebrase. El acrílico se comporta mejor en casos de fuego pues alcanza su punto de fusión a los 405°C igual que la madera. Por esta razón es importante mantener temperaturas adecuadas dentro de la zona de exposición como dentro del hábitat de la especie. La posición de las luces de ambientación e instalación de efectos especiales deben estar rigurosamente estudiadas por el diseñador y supervisadas al momento de la instalación sea esta de acrílico o vidrio.

\*Sam Bonillas. Reynold Polymer Technology Inc.

## 8.3.0 EL AVIARIO DE LIMA

### 8.3.2 Proceso de diseño

#### 8.3.2.1 Concepto de diseño:

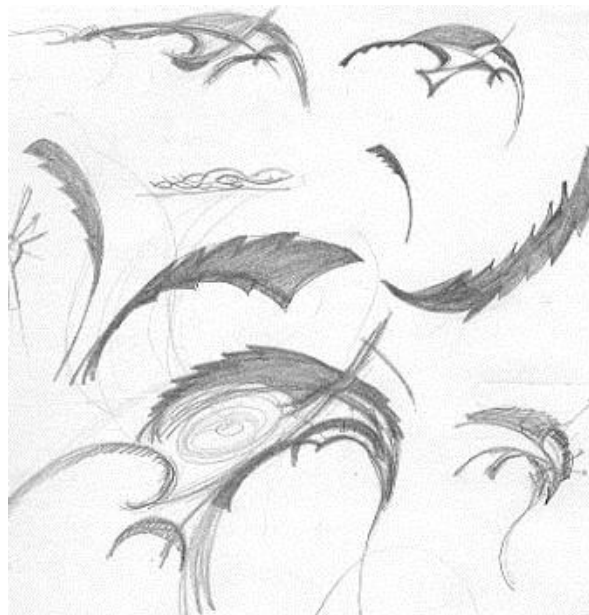
El aviario representa al hombre, su tecnología y su objetivo: atrapar lo natural en provecho suyo. Es ingrátido y casi etéreo en su expresión, formalmente se presta a múltiples interpretaciones; es el vuelo rasante de un ave, es un ave en el instante que atrapa su presa en el agua, etc. Al nivel de estructura puede ser el esqueleto fosilizado de una ballena, la estructura ósea del ave. Lo cierto es que está inspirada en la sección transversal ósea del espinazo de un pescado.



*Albatros en vuelo rasante antes de pescar su presa. Foto: Encarta 1998.*



*Perfil de águila americana. Foto: Encarta 1998*



Bocetos elaborados a principios del desarrollo del tema por Gustavo Suárez. Muestran la preocupación por hilvanar el proyecto de manera natural tratando de armar una secuencia cuya lectura pueda percibirse y asociarse con elementos naturales y enraizados con el tema.

La parte oscura corresponde al lomo del ave en posición de ataque. Las relaciones entre los puntos de inflexión del trazo se trasladan



### 8.3.2.2 Objetivos

Procurar un espacio válido que reúna a hombres y aves en estado de semi-libertad. El diseño debe expresar la levedad del ave en el aire y su relación con el hombre debe leerse tanto desde fuera como desde dentro:

- Procurar hábitats válidos para cada especie aérea
- Facilitar las labores de investigación de aves.
- Ayudar a la preservación de aves en peligro de extinción.
- Mostrar con relativa libertad a las aves en su propio medio.

### 8.3.2.3 Paquetes funcionales

Una vez que se determinaron los objetivos, la tarea se centró en determinar las actividades que permitirían lograrlos. Las actividades se agrupan en:

- Actividades de mantenimiento
- Actividades de exhibición
- Actividades de investigación
- Actividades de información
- Actividades de gobierno

Como en procesos anteriores se procedió a asignar tareas específicas a cada actividad, las mismas que complementan el desarrollo de la actividad de manera completa.

Para las actividades de mantenimiento se requieren depósitos, estaciones de atención y cubículos temperados con ventilación adecuada, cocina, etc.

Para las actividades de exhibición se prevé el acondicionamiento de hábitats diferenciados, y cubículos de exhibición con vitrinas tanto para aves de luz como para las de oscuridad.

Para las actividades de investigación: los laboratorios de aves, las oficinas de dietista, oficina de biólogos, veterinarios, etc.

Para las actividades de información se requieren de mostradores y pantallas de proyección de temas alusivos a las aves.

Para las actividades de gobierno se prevé la oficina de director, contabilidad, relaciones públicas, etc.

De esta manera nos aproximamos al programa de ambientes para el aviario:

#### **Zona de Mantenimiento (por hábitat)**

Depósitos de alimentos (secos y líquidos)

Depósitos de herramientas

Depósitos de primeros auxilios

Depósitos de aves (integración al medio)

Area de buguies

Sshh

### **Zona de exhibición**

Hábitat de especie (7 bandejas y una plataforma general)

Camino interno de espectadores

Galería de aves de oscuridad.

### **Zona de Investigación**

Oficina de dietista

Oficina de biólogo

Oficina de Veterinario

Sshh

### **Zona de Información**

Hall de recepción

### **Zona de Gobierno**

Dirección

Directorio

Contabilidad

Tesorería

RRPP

Secretaría

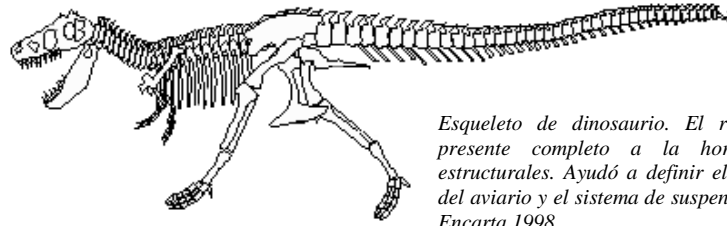
Sshh

### ***Proceso de diseño***

Las actividades del aviario tales como exhibición y mantenimiento eran vitales para la toma de partido.

Estas giraban en torno al cómo se dispondrían los depósitos de alimentos y de aves en estado de integración al nuevo hábitat pero sobre todo cómo diseñar una plataforma que sirviese de piso al hábitat de las aves. Esta plataforma debería proveer seguridad en el abastecimiento de agua y en el desagüe de aguas servidas y/o excrementos de las aves. Se trataba de conformar el esqueleto de un

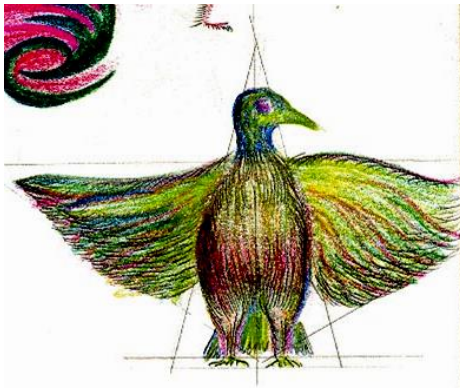
verdadero dinosaurio, un fósil tecnológico que soporte las distintas actividades del aviario sobre el nivel de la laguna que se pensaba disponer bajo él.



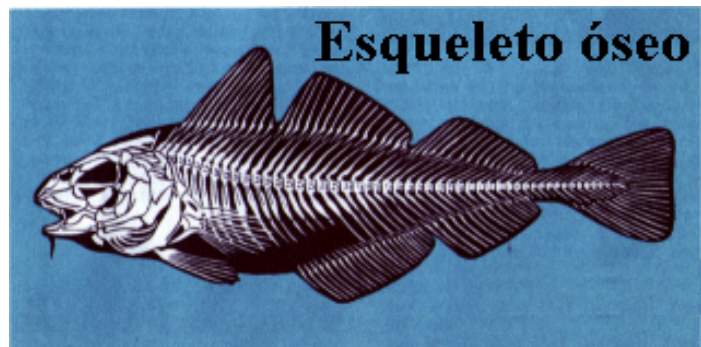
*Esqueleto de dinosaurio. El referente orgánico es un presente completo a la hora de decidir partidos estructurales. Ayudó a definir el pasaje de mantenimiento del aviario y el sistema de suspensión de los mástiles. Foto: Encarta 1998*

El sistema se veía complicado por la gran dependencia que ejercía el acuario sobre el aviario al estar ambos sobre una misma área.

La solución vino al momento que se decidió prácticamente hacer flotar al aviario, hacer uso de los esquemas estructurales de las aves en estado de reposo y de vuelo para deducir la manera en que se sostenían y como se equilibran al estar en vuelo. Y si a esto se le suma el esquema estructural del esqueleto de un pescado, obtenemos el túnel que serviría para galería de mantenimiento y depósito de aves, alimentos de las especies y almacén de primeros auxilios.



*Bosquejo de estudio hecho por Gustavo Suárez para la solución de los parantes y su sistema de equilibrio. Nótese las líneas que delimitan el centro de masas en la figura del ave.*

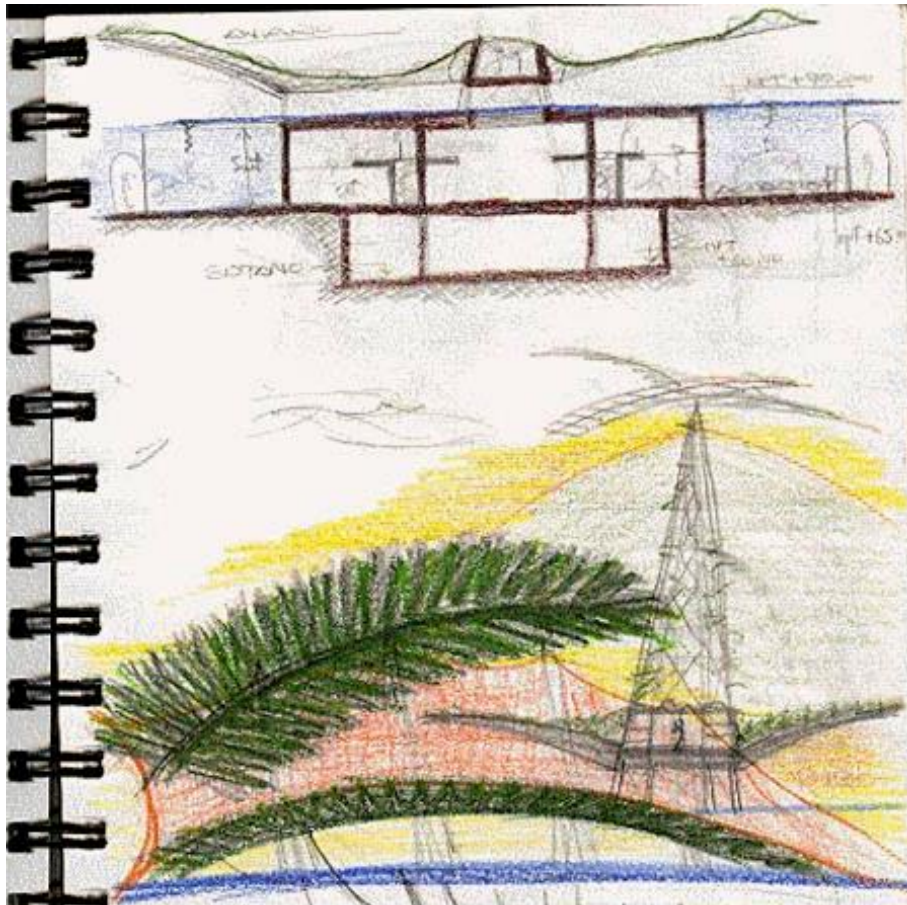


*Estructura ósea de un pescado. El espinazo central fue la solución al sistema de mantenimiento del aviario. Por allí discurren los canales de alimentación y auxilio de todo el organismo.*

*Si se ve el corte de un espinazo de pescado se notará la sección de la que hablamos*

*Foto: Encarta 1998*

Los distintos bocetos que se gestaron dan idea del trabajo que requirió el encontrar el sistema idóneo para lograr que la expresión final del aviario alcance el objetivo visual deseado.



*La palmera fénix. Boceto de Gustavo Suárez que muestra la intención de solucionar estructuralmente el piso de aviario de manera natural y que la lectura del mismo sistema se traduzca en un organismo vivo.*

El partido era claro, una columna central que abastecía por tramos de manera continua todo el aviario y se conectaba en cada extremo con tierra alas oficinas de administración. El público caminaría encima de la columna vertebral debidamente cubierta con un piso diseñado para absorber líquidos y peso humano.

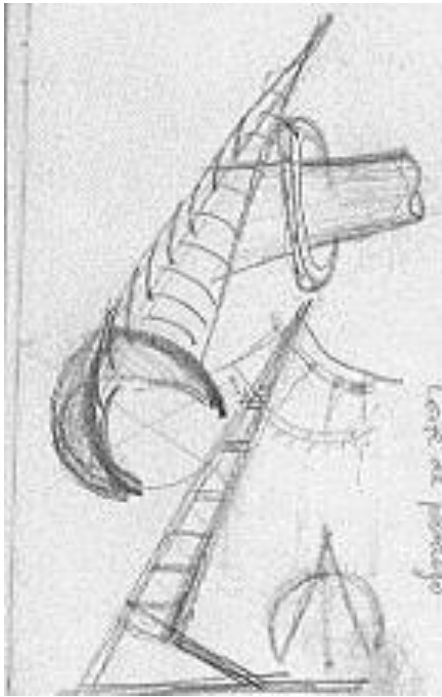
El tema de los hábitats se solucionó con la modulación regular del acuario que, levantada al plano del aviario permitía disponer de bandejas - hábitat para cada especie.

Como el peso de cada bandeja es demasiado para ser asumido por la columna vertebral del aviario se pensó en repartir el peso entre la columna y los parantes que sostendrían el techo. Estos parantes sostienen la mitad del peso de las bandejas por medio de cables de acero a la vez que sirven de cables estructurales para sostener el tejido de malla que hace la cubierta del aviario.

El diseño de la cubierta del aviario es el resultado de suspender una malla por medio de parantes que se elevan lo suficiente para permitir que la altura brinde los parámetros de seguridad a las aves

que recién ingresan al aviario y del mismo modo a las aves que ya habitan en el. Este factor depende bastante de la proveniencia de la especie, si la especie viene de un zoológico el trabajo es más fácil que si provienen del estado silvestre en cuyo caso es normal que ocurran varias muertes los primeros días.

El tamaño del aviario permite disponer de hasta 8 espacios hábitats diferenciados y debidamente acondicionados para cada especie.

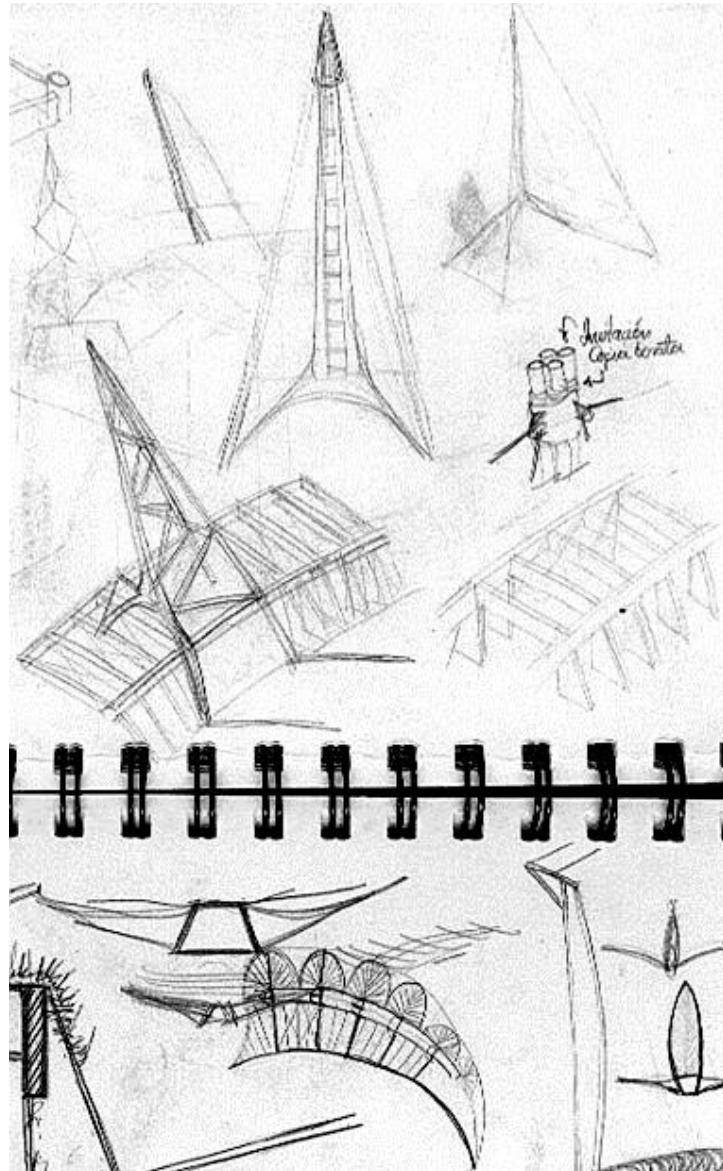


*La evolución del perfil de los parantes metálicos se basó en el estudio del centro de masas del elemento. La relación que impide el volteo es que la proyección del CM cae dentro de la base triangular de los parantes.*

*Si bien la geometría de esta base también varió, el resultado final se tradujo en una mayor estabilidad*

*(Ver planos finales)*





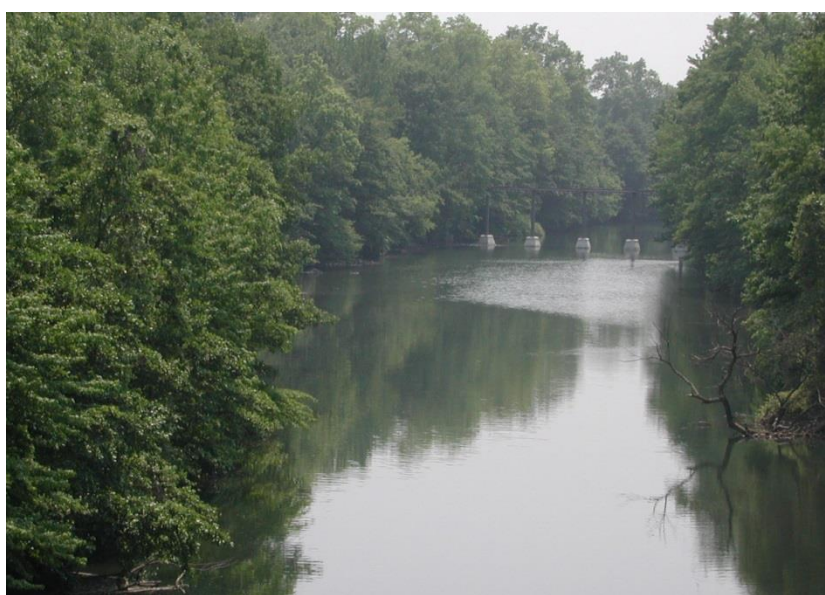
*Bocetos de Gustavo Suárez que muestran el desarrollo de los parantes y su relación en planta con las bandejas-hábitat del aviario. Se puede observar el modo en que se constituiría el gran espinazo, hueco, que serviría para transportar el servicio al interior del aviario y además el modo en que se conectaría a los parantes. En la parte inferior podemos ver la disposición final de las bandejas hábitat.*

La malla, al igual que en el aviario de Londres, consiste en una serie de paños de malla de pescador debidamente moldeada y cortada a medida para ser hilvanada por un cable metálico de  $\frac{3}{4}$ ", cada paño se acopla a otro de características similares pero de distinto corte. La reunión de varios paños forma el total de la cubierta del aviario, el mismo que se sostiene de la cumbre de cada parante por medio de un anillo templador que les otorga la rigidez necesaria en la altura correspondiente.

### 8.2.3 EL AVIARIO DEL BRONX ZOO

El aviario del Zoo del Bronx en New York tiene un diseño más conservador, no es tan avezado como el del London Zoo.

Está ubicado sobre la foresta en medio de un paisaje totalmente natural, cuenta con un lago central y está rodeado por arboles, es decir, no está pensado para ser observado a distancia.



Vista del paisaje cercano que se tiene que pasar para llegar al aviario del Bronx en New York. Foto: Gustavo Suárez

Con un área na sucesión ritmada de arcos de aluminio pareados. Estos, se juntan en la cima del arco y se separan simétricamente a medida que se aproximan a la base. Forman 7 módulos que sostienen la cobertura de malla textil, la misma que adopta una configuración de casquete. Cada pareja de arcos de aluminio está compuesta por tubos de aluminio que descansan en pilares de concreto anclados en el terreno.

El recorrido interno se logra sobre la base de un camino que bordea el interior del aviario, no lo cruza como en el Zoo de Londres. De esta manera, el interior natural se conserva en su estado puro, intocable pero observable a la distancia.



Vista interna del ambiente logrado para el aviario. El tema era introducir un elemento casi imperceptible para las aves en medio de un lugar muy natural rodeado de arboles. Nótese



Otra vista del ambiente natural y la presencia de los arcos triados que pretenden retomar la lectura del bosque con sus





Vista del techo y sus dos cables que tiemplan los arcos para evitar el giro sobre los extremos de su base.

La estructura está formada por una sucesión de arcos de aluminio triados en su base y templados por cables



Vista al detalle del techo, los cables y los pájaros volando dentro de su



Flamencos dentro del aviario. Cada especie tiene su propio espacio pero eso no quita que los límites de territorialidad se

### 8.2.2 EL AVIARIO DEL ZOO DE LONDRES

El Northern Aviary más conocido como el Snowdon Aviary es el más grande y espectacular de esta tipología. Se ubica en el rango de los típicos expresionistas del London Zoo junto al Pabellón del Rinoceronte y el de los elefantes. Esta construcción fue pionera por dos aspectos: es una gran estructura tensionada y esta hecha en aluminio. Es un temprano ejemplo de los aviarios con recorrido interno, su paisajismo está integrado con el sistema de circulaciones del Zoo de manera que el público pueda tener acercamientos al sistema de hábitats de las aves.

*Vista lateral del London Aviary. Nótese la ligereza con que son levantados los perfiles de aluminio y como el peso de los mismo manejados en equilibrio tensan la red. Los tetraedros de aluminio están suspendidos en el aire por medio de dos mástiles de aluminio.. Foto: Walter Suárez.*

Fue diseñado por Frank Newby ante los requerimientos de un aviario con recorrido interno por la zona norte del Zoo cerca al canal de Regent para aprovechar la vista desde el canal y poder aprovechar al máximo el espacio interno flotante del aviario. Los modelos y cálculo se hicieron por computadora.







A la derecha, vista en primer plano de un tetraedro suspendido por el mástil de aluminio que en la foto aparece hacia el



El aviario mide cerca de 45 mt por 63 mt con una altura máxima de 24 mt. Como muchos de otros aviarios, la malla está hecha de metal. Los parantes de aluminio son tubulares y están en equilibrio con la ayuda de cables de acero.



Primer plano para una pareja de mástiles de soporte. Nótese el bloque de concreto anclado al terreno y como los tetraedros están suspendidos a ambos lados de los mástiles por medio de cables estructurales que a su vez enmarcan la red cobertora. Foto: Walter Suárez.



Foto en detalle de uno de los tetraedros. Es clara la llegada de los cables estructurales a las uniones de los perfiles. Estos cables tensan el conjunto dándole equilibrio y trabajo a cada componente del aviario.

Foto: Gustavo Suárez.



Perspectiva desde el camino de paseo hacia el aviario. Se nota claramente la sensación de querer hacer flotar o volar la estructura. La ligereza lograda es clave para identificar el objeto

Para el concepto estructural se partió de un esquema tensionado por medio del contrapeso de dos estructuras tetraédricas de acero que son erguidas por los tubos de aluminio. Sin la ayuda de los cables de acero que cubren la luz del aviario de extremo a extremo, los tetraedros simplemente se caerían. Son cuatro tetraedros con una altura de 17 mt cada uno, son dos por lado y cuelgan por parejas de los puntales de aluminio. El puntal de aluminio se orienta en sentido inverso al de los tetraedros de manera que contrarreste la tensión de los cables que tiran para el extremo opuesto y se amarran de los otros dos tetraedros, los mismos que están suspendidos por otros dos tubos de aluminio. Los tubos de aluminio están articulados en la base por medio de pilares de concreto anclados al terreno natural.

Los cables estructurales miden 1" de diámetro y contienen a manera de bastidor a las mallas de metal que cierran el espacio del aviario. Cada malla mide de 3 a 6 mt de largo por 4 a 2 metros de ancho.

La circulación pública se orienta sobre la base de dos ejes centrales los mismos que se quiebran para permitir mejores perspectivas internas del recorrido, el mismo que se materializa en un puente de concreto con madera. El tablero del puente es usado como canal de agua para las diversas fuentes del aviario.





*Abajo: perspectiva del puente de observación. Nótese la altura que existe entre la superficie de paso y el terreno natural del aviario. Esto permite manejar mejor la presencia de depósitos bajo el puente fuera de la vista de los visitantes y agrega el valor a la visita al internarse en medio del vuelo de las especies que pasan entre los espectadores sin peligro alguno.*  
Fotos: Walter Suárez.





*Arriba derecha: primer plano para la red metálica que sirve de cerramiento al espacio del aviario. Esta red está diseñada por paños cuyo corte corresponde al marco estructural que delimitan los cables tensores.*



*Derecha: Detalle del encuentro entre dos paños de red y el cable estructural que llega por dentro del aviario hacia el mismo encuentro en el terreno. Fotos: Gustavo Suárez.*

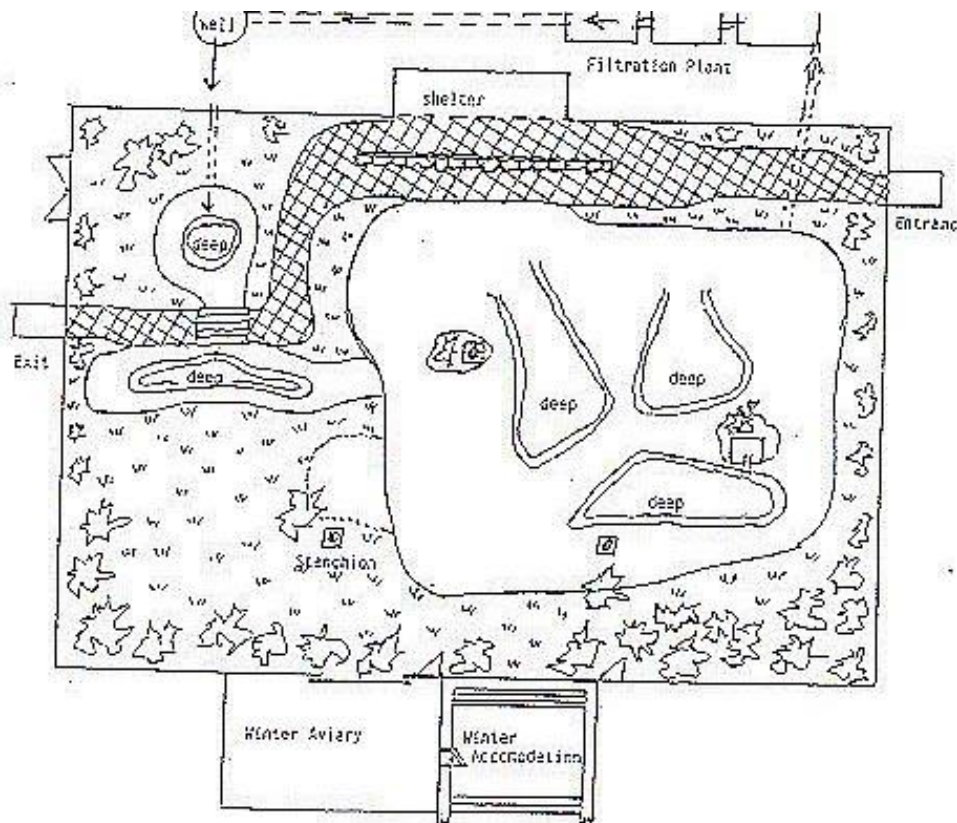


Vista desde la parte interior del aviario hacia el techo del mismo. Las rondanas absorben los esfuerzos de tensión entre los cables en el encuentro de 4 paños y los distribuyen equitativamente hacia cada cable. El encuentro central donde llegan 8 cables se compone de una rondana similar para articular los esfuerzos de tensión que allí llegan. Foto: Walter Suárez.

## 8.2.0 ANALISIS TIPOLOGICO

### 8.2.1 EL AVIARIO DE WETLAND EN EL ZOO DE RHEINE

El aviario cubre un área de aproximadamente 1000 metros cuadrados en un campo de 25 mt. por 39 mt.. El camino de recorrido para visitantes se inicia en la parte baja del aviario y continúa a través de él hasta elevarse 4 mt. sobre la superficie. Adyacente a este camino se hallan los primeros paneles informativos del lugar y de cada especie en exhibición mientras estratégicas vistas permiten al visitante observar a las especies. En la parte opuesta del aviario, a unos 7 mt de altura se ubican unos arboles que permiten el acceso a la zona de invierno del aviario.



Plano en planta del Wetland Aviary. El logro de este diseño consiste en ser uno de los primeros que combinó con éxito distintos tipos de hábitats para un mismo espacio. En el diseño se tomó en cuenta el desnivel de terreno y la presencia de una fuente natural de agua. Sobre la base de estos dos elementos se recreó un lugar "natural" para las aves que allí vivirían.

*Asimismo, cuenta con facilidades para que las aves que lo requieran, puedan pasar temporadas de invierno en ambientes especiales.*

*Para el recorrido interno, se pensó solamente en no perturbar a las especies. Por esta razón el camino de observación se desarrolla tangencialmente y por los extremos del aviario.*

*La diferencia con el London Aviary radica en que el camino de observación se hace por aire a través de un puente permitiendo que la gente pueda pasar por medio de las aves literalmente sin perturbar su tranquilidad.*

*Gráfico: tomado del libro "Zoo, Design and construction". Pág 220*

El aviario está construido en acero galvanizado, estructuras tubulares pintadas de verde con diámetros de 4 cm hasta 8 cm y elementos de paisajismo hechos en plástico con alturas de 3mt. El techo consiste en una cobertura a base de una red de nylon con un tamiz máximo de 2 cm por abertura. Esta red, está suspendida por dos cables de acero soportados por tres parantes. La red y la vegetación se entretajan hasta formar una densa barrera que previene posibles escapes por alguno de los tres lados del aviario. La probabilidad de ruptura de la red es mínima gracias a la formación de la enredadera por causa de la vegetación.

Este diseño no contempla la resistencia de la red durante la estación invernal por lo que cuando la nieve cae puede dañar la red. Por este motivo, durante los meses de frío las aves se pasan a la caseta de invierno y se tiene que desmontar la red. Lógicamente esto supone una gran desventaja todo es que se necesitan tres hombres para hacerlo y un día completo para culminar su tarea. Adicionalmente se puede observar el riesgo de acumulación de nieve en caso de no prevenir tormentas. La instalación es barata si no tuviera que retirarse la malla cada cierto tiempo a comparación de aviarios que están preparados para estaciones de invierno y la caída con acumulación de nieve.

La altura del aviario estuvo limitada por factores económicos y técnicos. Como quiera que esta fue considerada como de 6 mt a 7 mt suficiente para que las aves se sintieran seguras en sus vuelos de árbol a árbol o de refugio a refugio. La disposición de los árboles se diseñó de tal modo que sirviesen de estaciones de parada y puedan distribuir el espacio de un modo más fluido para el vuelo de las aves. Cabe añadir que la altura es un factor importante para conseguir dotar a la exhibición de un espacio con mayor libertad de vuelo y recreación de espectáculos particulares.

Acerca del total del área del aviario cubierta por agua, esta se trató como una pequeña fuente al medio del aviario, la misma que se conecta con una pequeña cascada. Esta se trabajó con una profundidad máxima de 90cm, luego el agua es almacenada y trasladada por canaletas para ser re circulada nuevamente. Este circuito de aguas posibilita la creación de sub espacios habitables y diseñados con conceptos distintos lo que otorga una variedad de colores y matices a cada zona del aviario.

Inicialmente no se tenía idea de qué plantas se podrían utilizar para un espacio común de 100 tipos de aves distintas. Las aves tienden a destruir las plantas en busca de alimentos. Por este motivo se recomiendan los siguientes tipos de plantas:

Iris pseudectoras	<b>Para aguas profundas</b>
Typha sp.	Nymphaea sp.
Carex riparia	Nuphar sp.
Carex gracilis	Nymphoides peltata
Juncus conglomeratus	Ceratophyllum demersum
Juncus acutifloris	Stratiotes aloides
Eleocharis palustris	
Schoenoplectus lacustris	
Scirpus sylvaticus	
Sparganium erectum	
Glyceria maxima	

Budmus umbellatus  
Mentha aquatica  
Berula erecta  
Lythrum sp.  
Myosotis palustris  
Lycopus europaeus

**delicadas**

Calla palustris  
Alisma plantago-aquatica  
Hippuris vulgaris  
Sagittaria sagittifolia  
Menyaantes trifoliata

La fuente es esencial pues ayuda a renovar el ambiente natural del aviario, lo oxigena, y es necesario que la tercera parte de la fuente tenga profundidades entre 60 cm a 1 mt. Estas áreas ayudan a reproducir microorganismo que enriquecen el ambiente proveyendo de alimento a las aves que se alimentan de insectos. El agua debe de mantenerse limpia pues, aunque es necesario asegurar un ambiente natural, este no debe exceder los límites normales de pureza controlada puesto que se trata de un ambiente creado, es artificial y no natural 100%.. Para conseguir esto se dispuso de una sub-estación de agua fuera del espacio del aviario, la misma que se conecta por conductos subterráneos hacia cada zona del aviario, la filtración se hace por medio de drenajes y con sistema de percolador sucesivos del agua.



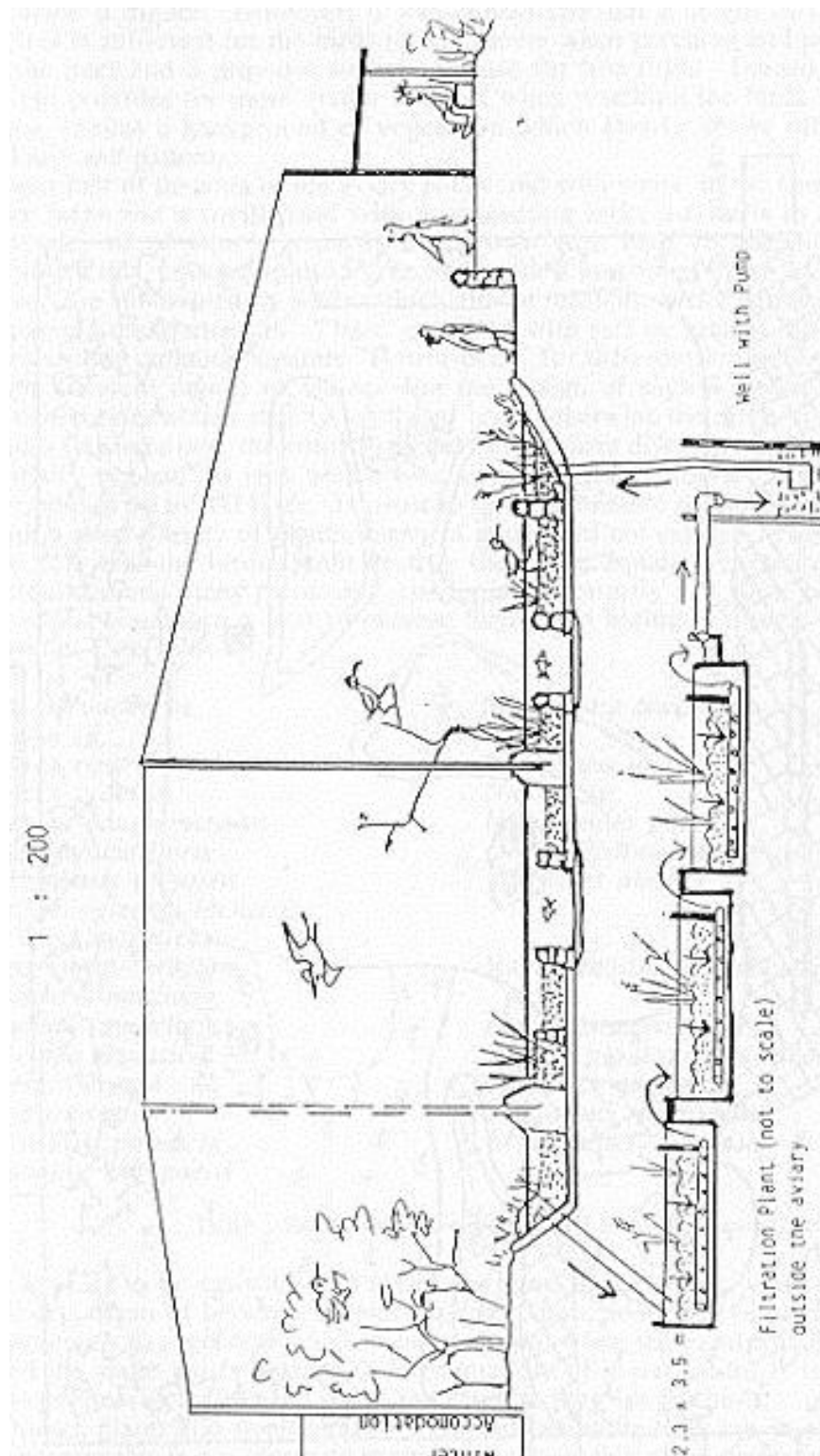


Gráfico en corte a escala 1/200 del Wetland Aviary. Se puede observar las distintas profundidades de las fuentes de agua así como la relación de altura para las zonas del aviario.

Gráfico: tomado del libro "Zoo, Design and construction" Pág. 118

## **CAPITULO VIII**

El Aviario

## 8.1.0 Generalidades

### 8.1.1 Definiciones



*Faisán en el London Aviary.*

*Foto: Gustavo Suárez*

En muchos zoológicos y parques de aves se pueden encontrar grandes recorridos dentro de los aviarios. Estos recorridos cuentan con facilidades que permiten al visitante lograr una aproximación al hábitat de las aves por medio de puentes, lagos, miradores etc. Sin perturbar su estadía.

En estos espacios se incluyen lagunas, arbustos y árboles, pero esto no es una ley que deba cumplirse

as especies a exhibir y la distribución que para estas se

adaptan. Pueden estar agrupadas por regiones, tipo de hábitat, tamaño de población, familia etc.

El diseño del espacio se hace en función al recorrido de los visitantes, y el hábitat definido. Esto produce un espacio de observación que se reparte cuidadosamente de manera que las visuales no se interrumpan en ningún momento.

Como en todo tipo de exhibición de zoológicos, el paisajismo juega un papel importantísimo por tratarse de reproducciones de espacios naturales, no es un espacio natural, es un espacio artificial y por lo tanto todo elemento que en él intervenga es visto desde el punto de vista del hombre en función de la especie en cautividad.

### 8.1.2 CARACTERISTICAS DE LAS AVES

Las aves, como toda especie natural, tienen un alto sentido de la seguridad propia y de grupo. A diferencia de los mamíferos, las aves cuentan la facilidad de desplazarse por aire además de la tierra, lo que hace del vuelo el recurso perfecto para alejarse del peligro. Su organismo está preparado para superar el peso del aire y recorrer grandes extensiones de terreno por aire.

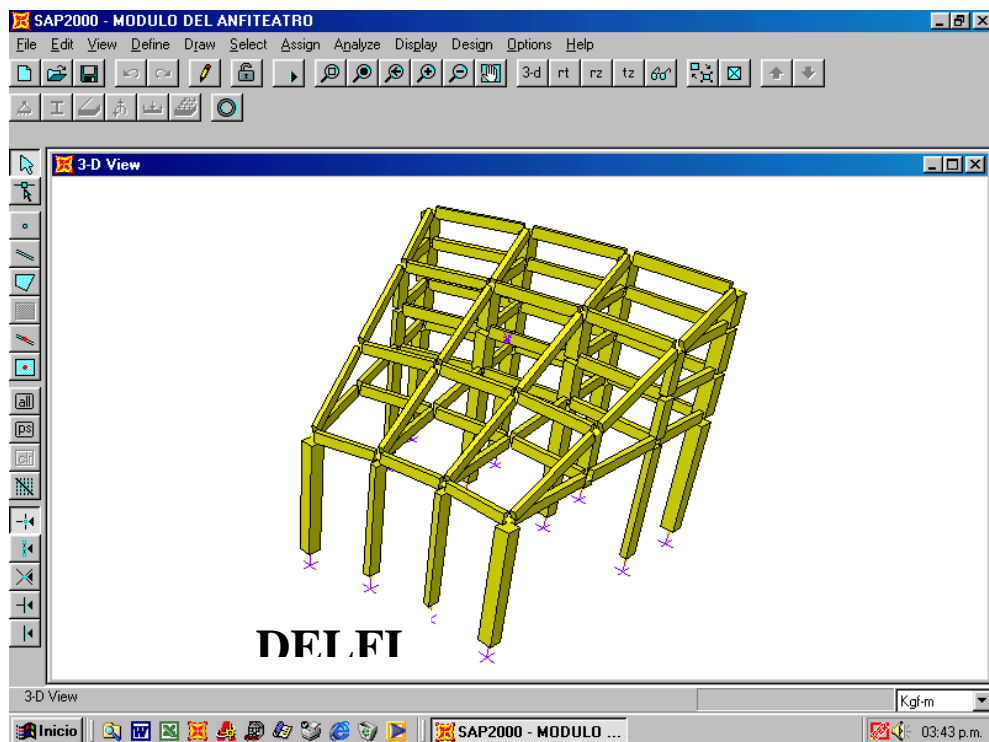


Pavo Real  
desplegando su

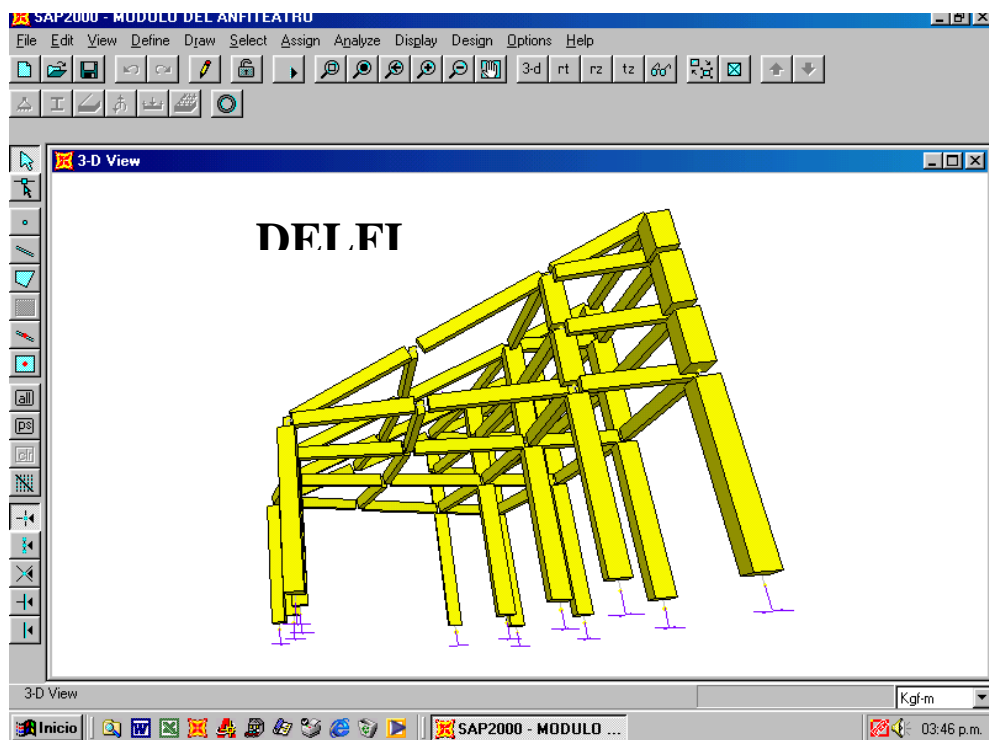


Perfil de Aguila  
americana

## ANEXO A



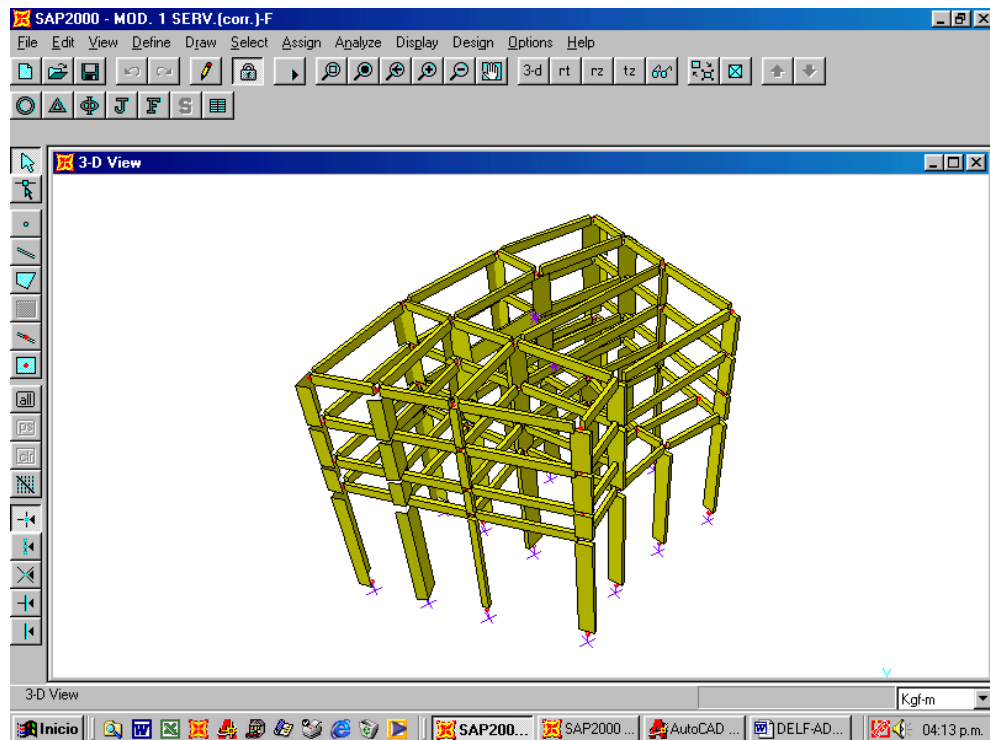
Vista del modelado estructural que se realizó para uno de los módulos típicos que conforman las graderías del delфинario. Los módulos nacieron del diseño arquitectónico y sobre este, el análisis estructural trabajó más fácilmente. Modelado y análisis en SAP-2000: Ing° Fausto Suárez.CIP69339



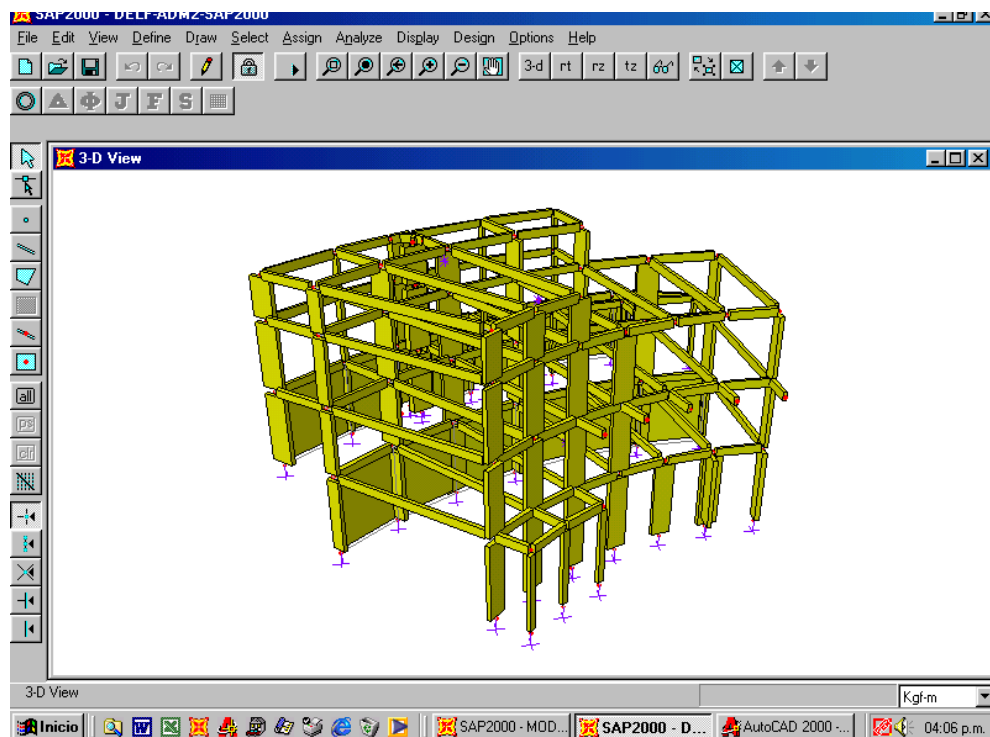
Otra vista del mismo módulo. Se puede observar la galería de circulación vehicular que pasa debajo de las graderías. Cada módulo está independizado de los elementos arquitectónicos adyacentes. Modelado y análisis SAP-2000: Ing° Fausto Suárez CIP 69339

### MODELO ESTRUCTURAL GRADERIAS DELFINARIO

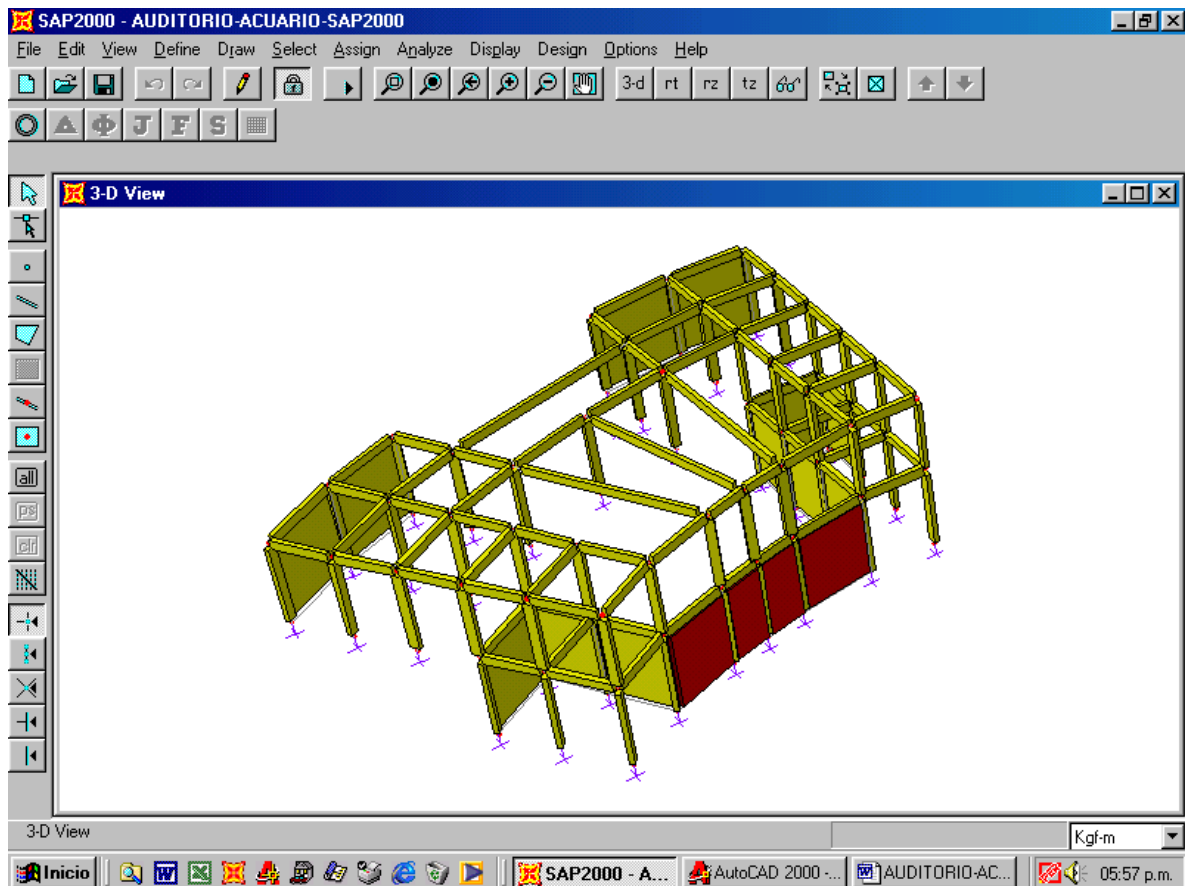




Vistas del módulo de Administración en el Delfinario. Este módulo corresponde a la zona del teatrín de interacción. Bajo este se puede observar el claro que deja el paso de vehículos que llega hasta el sótano. Modelado y análisis SAP-2000: Ing° Fausto Suárez CIP 69339



## MODELO ESTRUCTURAL MODULO ADMINSTRACION - DELFINARIO

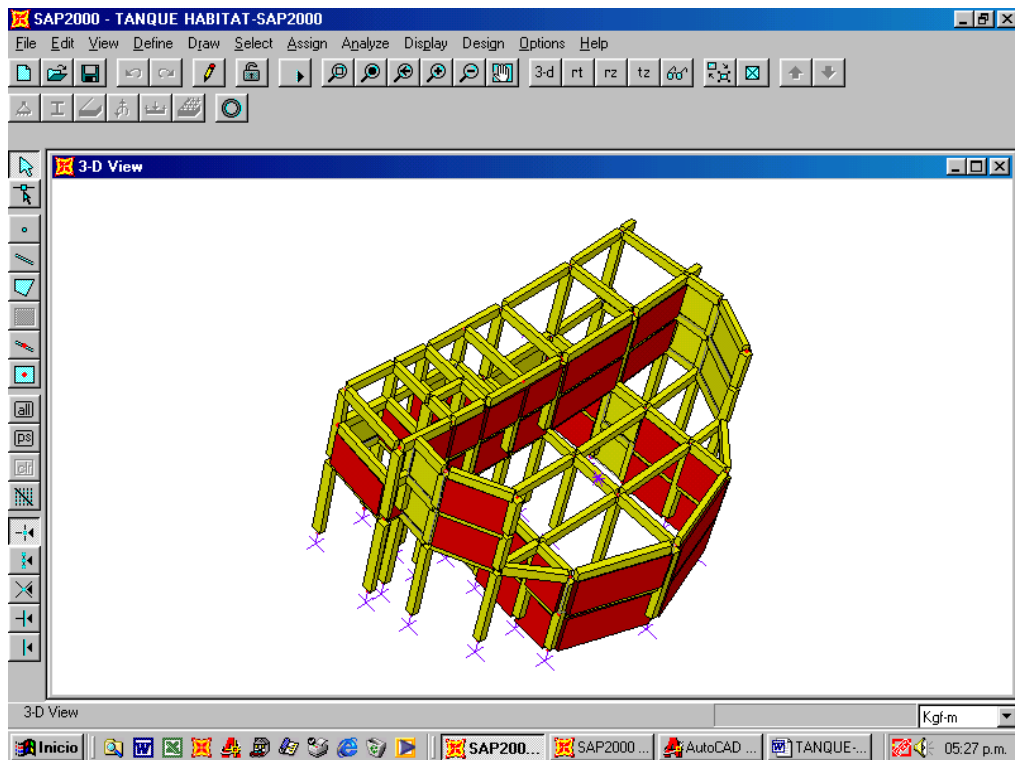


Modelado estructural de la parte central del complejo. Corresponde al auditorio central. Este se encuentra solucionado por medio de vigas, columnas y placas que sirven como muros de contención. Se pueden leer dos niveles de cimentación. La inferior corresponde a la parte del sótano con la galería de circulación. La superior corresponde al Auditorio propiamente dicho. El claro posterior delata la presencia del Lucernario 1, el mismo que está modelado como elemento aparte de este.

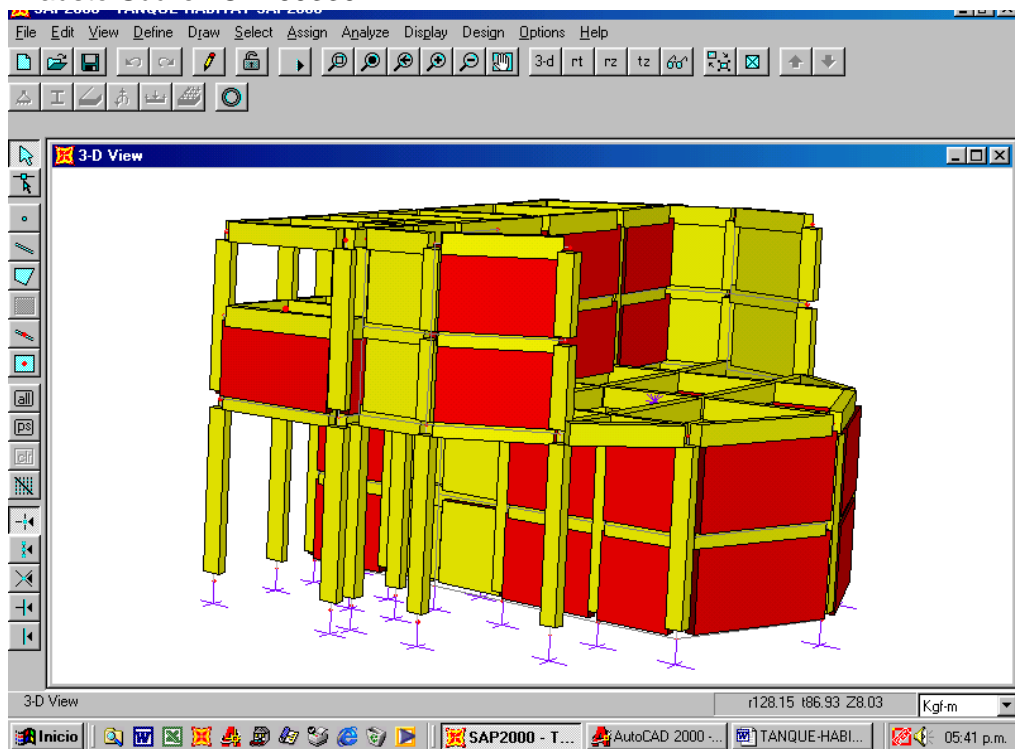
Modelado y análisis SAP-2000: Ing° Fausto Suárez CIP 69339

## MODELO ESTRUCTURAL

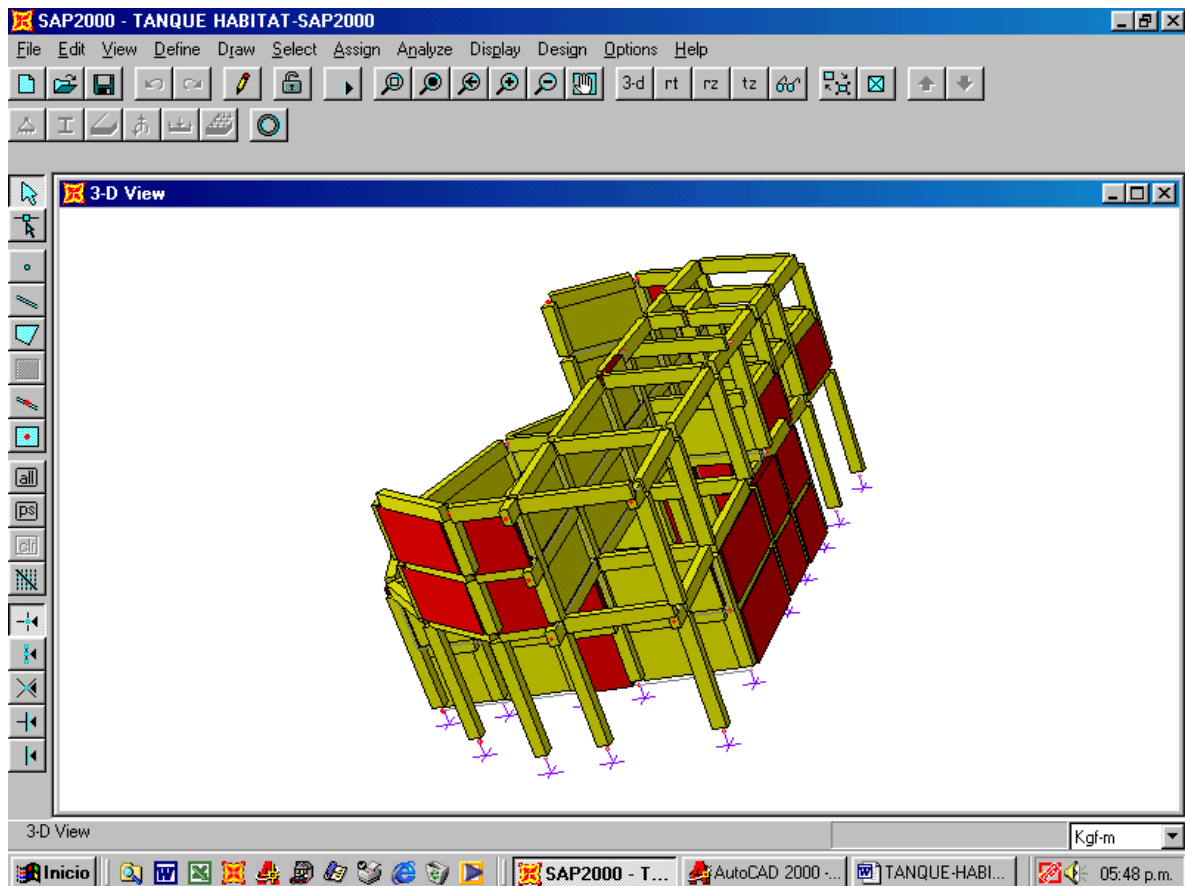
AUDITORIO DE ACUARIO



Vistas del modelado del Tanque Hábitat típico del acuario. En ambas vistas se puede observar la presencia de su respectivo Tanque Cisterna. Este modelo está pensado monolíticamente como un solo elemento ya que en sus 2/3 partes son tanques de agua sean para hábitat, cuidado o reserva de agua. Modelado y análisis SAP-2000: Ing° Fausto Suárez CIP 69339



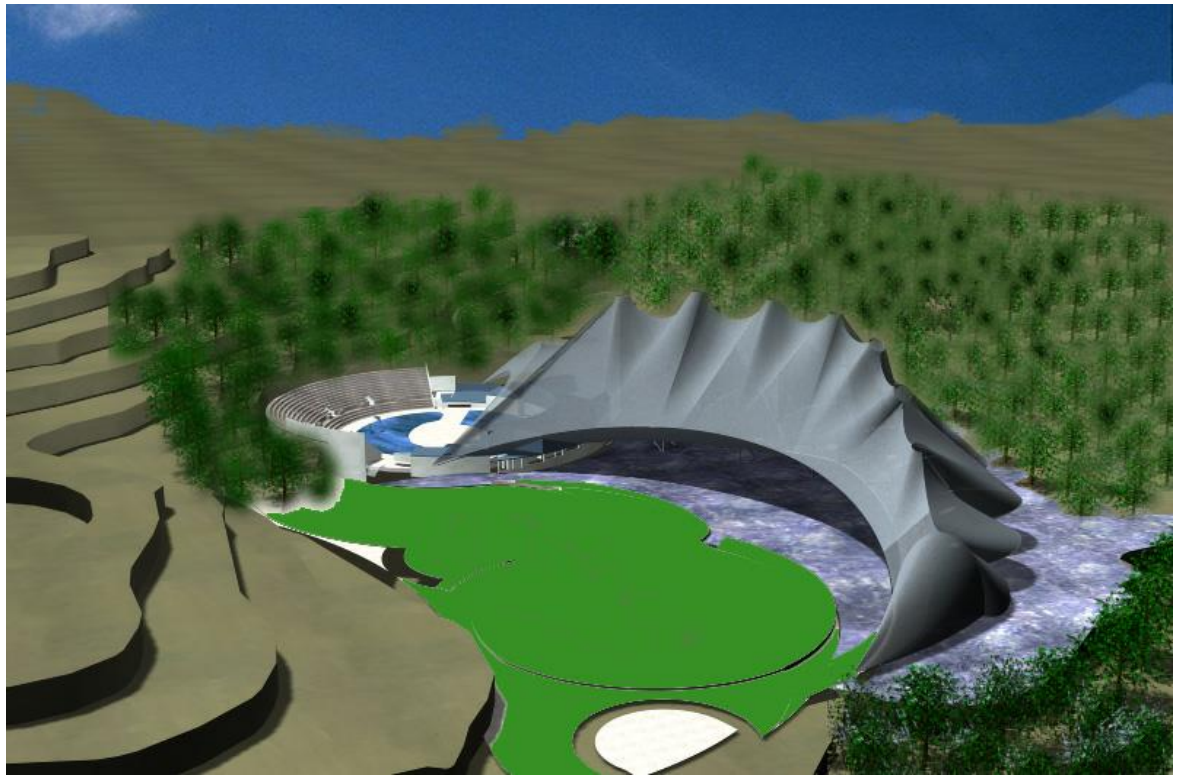
**MODELADO ESTRUCTURAL  
TANQUE – HABITAT TÍPICO DE ACUARIO**



En esta vista del mismo Tanque – Hábitat se puede observar la parte posterior del mismo. Al extremo derecho superior de la figura se ven los paños “placas” de cierre del Tanque de cuidados situados al costado de las oficinas de monitoreo de la especie. El nivel inferior de lectura corresponde a la Galería de mantenimiento al nivel 60.00. El nivel superior corresponde al nivel 70.00 del Acuario.

Modelado y análisis SAP-2000: Ing° Fausto Suárez CIP 69339

## MODELO ESTRUCTURAL TANQUE – HABITAT TÍPICO DE ACUARIO



### **PERSPECTIVA AEREA DELANTERA DEL AVIARIO – DELFINARIO**

La vista muestra la intención de hacer surgir el Aviario como flotando sobre el espejo de agua. El espacio verde corresponde a la plaza ordenada mediante taludes con césped en su totalidad.

Gustavo Suárez – C. Paulet

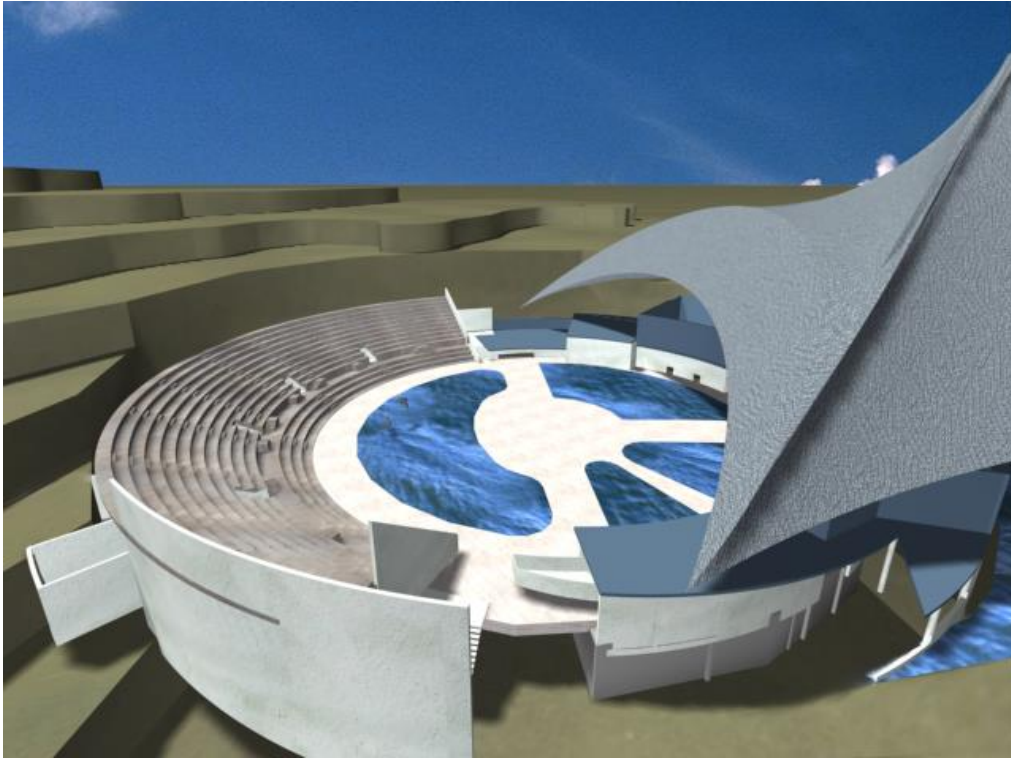




### **PERSPECTIVA AEREA POSTERIOR DEL AVIARIO**

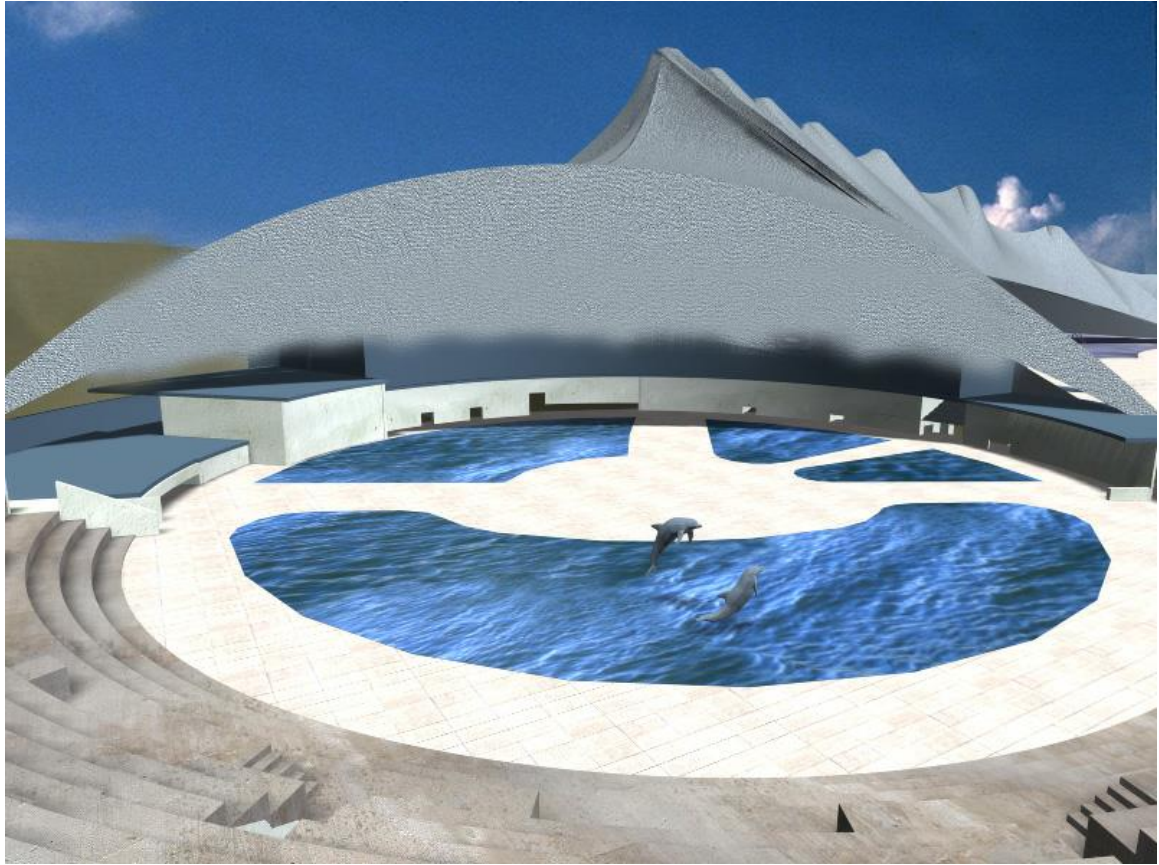
La vista muestra al Aviario “saltando” literalmente sobre la laguna.

Gustavo Suárez – C. Paulet



## **PERSPECTIVA SECCIONADA AVIARIO – DELFINARIO**

Se puede observar el modo en que esta diseñado el Delfinario respecto del aviario, Esta vista se encuentra sin el techo del delfinario para mostrar en corte el diseño de

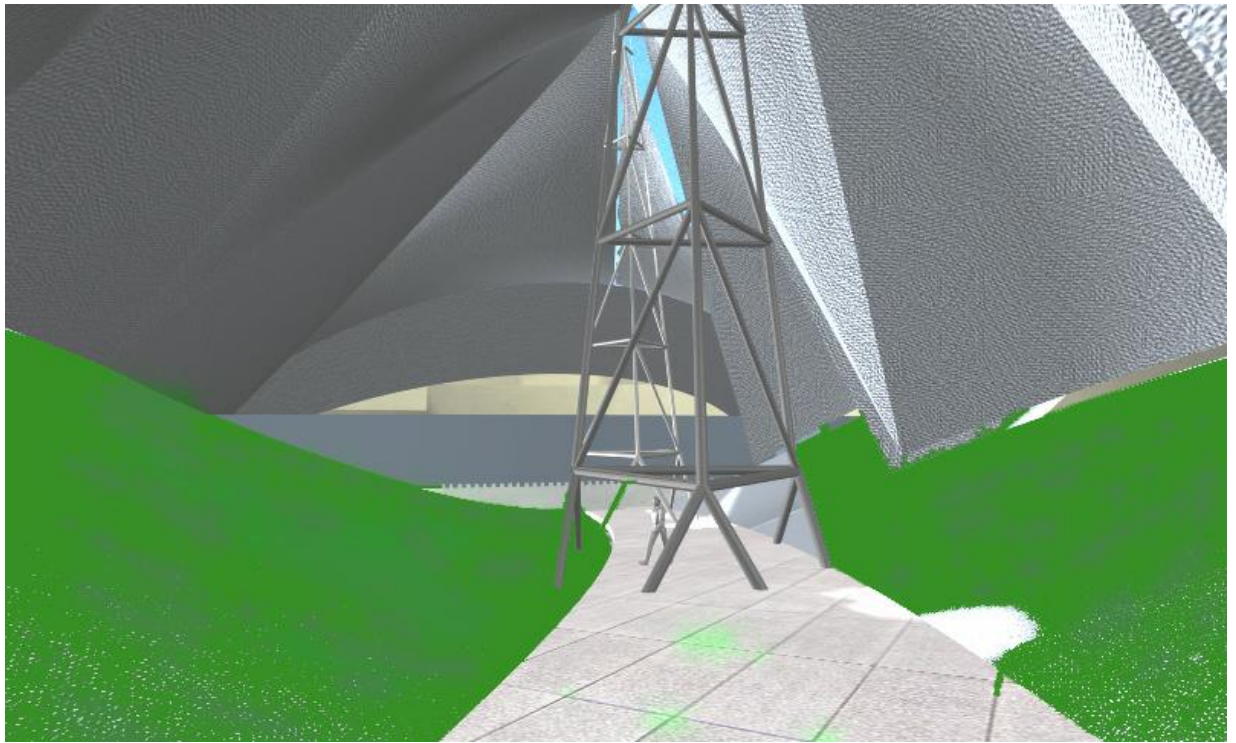


### **VISTA DESDE EL DELFINARIO**

Esta vista es una simulación de lo que sería el espectáculo de los delfines saltando en su alberca de exhibición. Se puede observar el perfil del aviario llegando sobre el delfinario.

Guillermo Suárez - C. Boulet





## **VISTA INTERNA DEL AVIARIO**

La vista muestra la intención de disponer los hábitat a ambos lados del camino. Si bien parecen estar a la misma altura, la realidad es que el camino se halla a 4.5 mt. sobre el nivel inferior de los hábitat.

Gustavo Suárez – C. Paulet

## **BIBLIOGRAFIA**

### **LIBROS**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO DEL ZOOLOGICO DE LIMA  
CONSORCIO ELECTROWATT.**

**Editado por Sedapal. Lima año 2000.**

**LEGISLACION SOBRE ZOOLOGICOS**

**MINISTERIO DEL INTERIOR DEL BRASIL**

**INSTITUTO BRASILEÑO DE MEDIO AMBIENTE Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**Editado por Departamento de Vida Silvestre. Brasilia año 1989**

**ZOOLOGICAL PARK FUNDAMENTALS**

**AMERICAN ASSOCIATION OF ZOOLOGICAL PARKS AND ACUARIUMS**

**Lawrence Curtis. USA 1968**

**ZOO DESIGN AND CONSTRUCTION**

**4° SYMPOSIO SOBRE ZOOLOGICOS Y JARDINES BOTANICOS**

**Edit. Por P:M:C: Stevens. UK. 1989**

**WHITLEY WILDLIFE CONSERVATION TRUST**

**LONDON ZOO – Your guide**

**Editado por London Zoo - Mayo 2001**

**RENZO PIANO – BUILDING WORKSHOP. Vol. 1**

**Peter Buchanan. Editorial Phaidon. Edición 2000**

**CALATRAVAberlín – Five Projects**

**Michel S. Cullen – Martin Kieren**

**Editorial Birkhäuser Verlag Año 1994**

**SANTIAGO CALATRAVA “The art of Movement”**

**Alexander Tzonis.**

**Editorial Gustavo Gili. España, año 1999**

**SANTIAGO CALATRAVA**

**Luco Molinari**

**Editado por Skira Architecture Library. 2002**

**MANUAL DEL DISEÑADOR DE INTERIORES**

**Path Guthrie. MacGrawHill 2001**

**NEUFERT-ARTE DE PROYECTAR EN ARQUITECTURA**

**8ava. Edición. 1997**

**RNC. REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES**

**Edición del año 2000**

**CATALOGO 2002 FURUKAWA**

**Edición 2002**

**PEDROLLO**

**Catálogo de productos 2002**

**REVISTAS**

**L'ARCHITECTURE D'AUJOUR HOU**

**Números 322(mai 1999), 326(fev.2000), 329(juillet 2000), 335(juillet 2001)**

**ARCHITECTURAL RECORD**

**Oct. 2000. Pag. 120**

**CER HUACHIPA MEDIO AMBIENTE**

**REVISTAS N°. 2, 3, 4, año 2000**

**WEB SITES**

<http://www.seaworld.org/>

<http://www.oceanium.org/>

<http://www.acuarioveracruz.org/>

<http://zoolex.org/>

<http://www.eaam.org/>

<http://reynoldstech.org/>



Anexo 1

Glosario

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

### **ACCIÓN:**

Es cualquier política, plan, programa o proyecto que pueda afectar el ambiente, ya sea positiva o negativamente.

### **ACCIÓN ALTERNATIVA:**

Es una política, plan, programa o proyecto que se ofrece para su consideración dentro de los estudios del proyecto.

### **ACOPIO:**

Es la combinación de un informe con otro documento del proyecto para reducir el papeleo innecesario y facilitar el examen de un proyecto. Sin embargo, el informe debe ser autosuficiente como documento analítico.

### **ALTERNATIVA DE NO ACCIÓN:**

Es la opción de no realizar una acción propuesta.

### **ÁMBITO DE ACCIÓN:**

Es el proceso temprano y abierto de considerar los tópicos y opciones de las alternativas que deben examinarse para evaluar una acción, política o programa en particular.

### **ANÁLISIS:**

Distinción o separación de las partes de un todo para conocer sus principios o elementos. El propósito es relacionar y resumir un conjunto de variedades para probar la verdad o falsedad de una hipótesis.

### **ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS:**

Es el proceso de seleccionar y evaluar alternativas.

### **ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO:**

Es un método de comparar acciones alternativas de acuerdo con los costos relativos incurridos (técnicos, ambientales y económicos) y los beneficios relativos ganados. El análisis incorpora cálculos de descuento para tomar en cuenta el valor en tiempo de las inversiones.

### **ANÁLISIS DEL PEOR CASO:**

Es la consideración basada en proyecciones razonables, de las peores consecuencias posibles debidas a la acción propuesta y que generalmente se entiende es un evento de impacto catastrófico de baja probabilidad. El análisis del peor caso debe incluir también un espectro de eventos de mayor probabilidad pero menor impacto dramático.

### **AUDITORIA AMBIENTAL:**

Una auditoría ambiental es una evaluación preliminar de un sitio o propiedad para identificar y evaluar la magnitud de cualquier peligro ambiental existente y sus riesgos asociados.

**CERTIDUMBRE:**

Seguridad de que se presente un suceso o acontecimiento.

**DIAGNÓSTICO:**

Evaluación e interpretación del estado actual de un conjunto mediante el ANÁLISIS. La estructura de un diagnóstico procede del MODELO adoptado. Por lo tanto, pueden existir varios diagnósticos más o menos válidos para una misma situación. El diagnóstico que integre esos varios diagnósticos tiene mayor rango científico.

**ESPECIE EN PELIGRO:**

Es un término usado para una especie de planta o animal en peligro de extinción por toda la amplitud de su territorio o en parte del mismo.

**ESTRATEGIA:**

Concepción de acciones específicas incluyendo la creación, preparación, conducción y empleo de los medios necesarios.

**EVALUACIÓN AMBIENTAL:**

Es la consideración sistemática, reproducible e interdisciplinaria de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas razonables en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área en particular.

**IMPACTOS ACUMULATIVOS:**

Los impactos acumulativos son aquellos impactos ambientales que resultan del impacto incremental de la acción propuesta en un recurso común cuando se añade a otros impactos de acciones pasadas, presentes y razonablemente previstas para el futuro. Los impactos ambientales acumulativos pueden ocurrir debido a efectos colectivos de acciones menores individuales a través de un periodo de tiempo.

**IMPACTO FATAL:**

Es un cambio ambiental que persistirá por un largo periodo de tiempo y que es resistente a la restauración.

**IMPACTOS PRIMARIOS:**

Son aquellos efectos cuya causa es la acción y que generalmente ocurren al mismo tiempo y en el mismo lugar que la acción. Usualmente están asociados con la construcción, operación o mantenimiento de una instalación o actividad y son generalmente obvios y cuantificables.

**IMPACTO ADVERSO:**

Es un efecto ambiental que se considera indeseable.

**IMPACTOS SECUNDARIOS:**

Son cambios indirectos o inducidos en el ambiente, población, crecimiento económico y utilización de terrenos y otros efectos ambientales resultantes de estos cambios en utilización de terrenos, población y crecimiento económico.

**INDICADORES:**

Son datos que identifican determinado asunto. Se obtiene mediante la ordenación y medida de una propiedad manifiesta u observable que esté relacionada con una propiedad latente o no observable que es la que interesa en el proceso de la investigación.

**INTEGRACIÓN:**



En sentido lato significa reunión en un todo o conjunto. en ciencias sociales se denomina así a la acción o efecto de articular social, económica, cultural o administrativamente a un grupo social.

**MECANISMO DE ACTIVACIÓN:**

Es un medio para identificar una característica clave de una acción que pudiera alterar las propiedades de un recurso natural o cultural de manera importante.

**META:**

Se considera así a la cuantificación de un elemento, proveniente de la desagregación conceptual de un OBJETIVO. Las metas permiten la evaluación permanente de un en el proceso de la planificación.

Un OBJETIVO solamente es operativo cuando puede reducirse a un sistema cuantitativo de metas.

**MITIGACIÓN:**

Es la implementación deliberada de decisiones o actividades diseñadas para reducir los impactos indeseables de una acción propuesta sobre el ambiente afectado. La mitigación es un concepto general que puede incluir 1) evitar impactos completamente al no ejecutarse ninguna acción en particular, 2) reducir impactos al limitar la magnitud de la acción, 3) rectificar los impactos al reparar o restaurar características particulares del ambiente afectado, 4) reducir impactos en el tiempo al realizar actividades de mantenimiento durante la extensión de la acción, y 5) compensar los impactos al añadir o sustituir el ambiente que afecta la acción.

**MODELO:**

Representación de una situación mediante las simplificaciones esquematizadas de la realidad que se logran por métodos convencionales al admitir como cierto un sistema teórico determinado.

Existen modelos físicos, mecánicos, geométricos, teóricos, matemáticos, etc. El modelo principal para representarnos la realidad es el lenguaje humano.

**OBJETIVO:**

Hechos por realizar o situaciones que alcanzar. Existen objetivos centrales y específicos. se acostumbra denominarlos teniendo en cuenta el ámbito social al que pertenecen.

**OPTIMIZACIÓN:**

Es la acción por la cual se logra llevar una situación medida por sus datos cualitativos a su mejor solución.

Toda optimización de un OBJETIVO supone la SUBOPTIMIZACIÓN de otros OBJETIVOS relacionados.

**PARÁMETROS:**

Se considera así a ciertos INDICADORES de situaciones, que además de permitir evaluarlas, posibilitan su control dentro de las restricciones de una POLÍTICA.

**PLAN:**

Documento que concreta el proceso de planificación. En él constan los Objetivos, Políticas, Estrategias, Programas y Proyectos.

Los planes reciben el nombre del ámbito social que regulan, así existen planes nacionales, regionales, sectoriales, empresariales, etc.

**PLAZO:**

Tiempo de realización de un OBJETIVO que permite calificarlo, así como a las POLÍTICAS y ESTRATÉGIAS relacionadas. Se considera que el planeamiento a largo plazo constituye un marco de referencia para el mediano plazo y éste para el corto plazo..

**POLÍTICA:**

Normas generales que regulan las acciones específicas. Constituyen un marco de referencia para las estrategias. existen políticas nacionales, regionales, sectoriales, empresariales, etc.

**PRIORIDAD:**

Procedencia en el tiempo de una acción con respecto a otra, establecida en el proceso de planificación para respetar la POLÍTICA adoptada.

**PRONÓSTICO:**

Presunción o proyección fundada en el estudio de las probabilidades acerca de los sucesos futuros posibles.

**PROPÓSITO Y NECESIDAD:**

El propósito y necesidad de un proyecto presenta la justificación para llevar a cabo la acción.

**RECURSOS CULTURALES:**

Son aquellos con significación histórica, arqueológica o cultural.

**RECURSOS NATURALES:**

Son características que tienen valor ecológico, económico, recreativo, educativo o estético.

**RESTAURACIÓN:**

Designa a la actividad cuyo propósito es la restauración de un ambiente degradado a sus condiciones previas.

**RIESGO:**

Falta de CERTIDUMBRE de un hecho determinado. El riesgo implica una probabilidad inferior a la unidad.

Si aceptamos que la CERTIDUMBRE de un hecho probable futuro es la máxima seguridad, podemos admitir que la medida de la probabilidad de un hecho riesgoso coincide con su nivel de seguridad.

**SÍNTESIS:**

Proceso de investigación en que se va de lo simple a lo complejo, o compuesto. En ciencias sociales la síntesis es una parte del ANÁLISIS o la articulación.

En cuanto parte está subordinada al ANÁLISIS; ya que los conocimientos procedentes de éste únicamente pueden ser captados en forma sintética por la mente; el ANÁLISIS está subordinado a la síntesis.

## ANEXO 2

### *MISIÓN DE LOS JARDINES ZOOLOGICOS Y ACUARIOS DEL MUNDO EN LA CONSERVACIÓN GLOBAL*

## MISIÓN DE LOS JARDINES ZOOLOGICOS Y ACUARIOS DEL MUNDO EN LA CONSERVACIÓN GLOBAL (\*)

*(\*) Tomado de “La Estrategia Mundial para la Conservación en los Zoológicos”, documento de IUDZG – Organización Mundial de Zoológicos)*

### INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población mundial y la demanda de los recursos naturales que están en rápida disminución ha provocado una seria crisis del ambiente natural y causa en todas las especies animales y vegetales problemas de supervivencia.

Esta amenaza a la integridad del Sistema Ecológico Global de la tierra constituye la mayor amenaza para la civilización humana. Si la humanidad puede responder en forma inteligente a esta situación podrá salvarse. Sin embargo, hay que reconocer que se requiere una responsabilidad práctica y moral muy especial, para asegurar la supervivencia de la vida en la tierra.

Mucho puede hacerse antes creando áreas protegidas para evitar que los ambientes naturales y las especies que lo habitan se degradan o perecieran. Ahora sólo nos queda que los jardines Zoológicos y Botánicos del mundo, que son centros de reproducción de especies en peligro de extinción, trabajen con más decisión para salvar a los animales y a la especie humana de su extinción.

Teniendo en cuenta que cerca de 600 millones de habitantes visitan anualmente los mil zoológicos que existen en el mundo y que esta población es el 10% de la población mundial, resulta que los zoológicos de todo el mundo en forma coordinada son un elemento vital para la conservación de la naturaleza y la ayudan a realizar el potencial que contiene.

La estrategia del rubro es un documento interno de la comunidad de zoológicos y acuarios del mundo. Numerosos profesionales pertenecientes a muchos zoológicos y acuarios, contribuyeron para precisar y orientar la conservación de especies, de sus hábitats naturales y del ecosistema en general.

### **PRINCIPIOS Y OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA MUNDIAL PARA LA CONSERVACIÓN**

1. Identificar las áreas de trabajo en las cuales los zoológicos y acuarios pueden contribuir en sostener iniciativas dirigidas a la conservación del medio ambiente y al adecuado uso de los recursos naturales agotables.
2. Tomar conciencia acerca del gran papel que les compete a los Zoológicos y Acuarios en lograr que las autoridades nacionales e internacionales, así como

otros entes políticos y sociales, comprendan la urgencia de la conservación del medio ambiente.

3. Convencer a las autoridades locales y a otras autoridades de gobierno de que la conservación en la forma más importante en que los Zoológicos y Acuarios contribuyen a la protección del medio ambiente ya sea directa o indirectamente.
4. Apoyar a los Zoológicos y Acuarios para que definan y propicien las acciones que deben seguir con la finalidad de la conservación.
5. Establecer la importancia que cada Zoológico y Acuario tiene en relación con la colaboración que debe prestar a otros Zoológicos y Acuarios que estén empeñados en la conservación.

## **EVOLUCIÓN DE LOS ZOOLOGICOS DURANTE LOS SIGLOS XIX Y XX**

Las colecciones de animales selváticos efectuadas por el hombre existen desde la antigüedad. Sin embargo la historia de los zoológicos modernos se remonta apenas al año 1800 en que se construyó el primer jardín zoológico público. Existen actualmente unos mil zoológicos en el mundo, desde los zoológicos “clásicos” con colecciones de fauna genéricas hasta los institutos especializados en la colección de grupos de animales, como acuarios, monos e inclusive parques dedicados al safari. La estrategia mundial para la conservación se refiere a todas estas instituciones con el nombre genérico de Zoo.

Muchas cosas han cambiado desde la apertura del primer jardín zoológico. Hoy la gente posee tiempo libre y su nivel cultural medio es mucho más elevado. Se han logrado enormes progresos en el campo de la ciencia biológica. Sin embargo, todavía muchísimas especies, muchos hábitats naturales y ecosistemas corren el peligro creciente de su extinción. Esta realidad y otros cambios sociales han influido en los Zoo, los cuales han evolucionado desde simples colecciones o parques zoológicos hasta unas estructuras muy complejas cuyo desarrollo requiere un elevado profesionalismo.

La Organización Mundial de Zoológicos (OMZ) ha llegado a la conclusión que esta evolución en los Zoos debe continuar para que contribuya a remediar los daños que ha sufrido el sistema biológico de nuestro planeta y que hoy la humanidad debe afrontar y resolver. En consecuencia, la conservación se ve ahora como el tema central de los zoológicos de manera tan clara que se considera que todo zoológico debe constituirse en un centro de conservación. Los zoológicos más progresistas han dado el primer paso en este camino mientras otros zoológicos deben ser motivados, guiados y ayudados para que se decidan a darlo.

Para precisar la evolución de los zoológicos en los últimos 200 años debemos referirnos a las características que tenían a comienzos del Siglos XIX. Eran simples colecciones de animales a los cuales se les podía ver dentro de jaulas. El tema de la colección era taxonómico y el argumento fundamental era la diversidad de las especies animales existentes y la adaptación que habían logrado a su medio. La finalidad de estas colecciones era en todo caso el estudio de la especie y su reproducción.

Lo que llamamos actualmente Parque Zoológico es un museo viviente; su tema es ecológico y el argumento la biología del comportamiento. Su finalidad es la crianza de especies animales en cooperación con otros zoológicos, siendo su estructura expositiva diorámica.

A diferencia de los dos anteriores los Zoológicos más progresistas son centros de recurso ambientales que merecen el nombre de Centros de Conservación Su tema es ambiental; su argumento el ecosistema y la supervivencia de la especie. Su finalidad es la conservación global mediante una estrecha coordinación con otros zoológicos. El mayor cambio está en su estructura expositiva denominada “inmersión exhibits” mediante la cual los visitantes al Zoológico tienen la impresión de encontrarse en el hábitat propio de cada

especie, lo que favorece la comprensión de la importancia de la protección de los ambientes naturales.

### **LA EDUCACIÓN ES UN COMPONENTE ESENCIAL PARA LA CONSERVACIÓN**

Los animales vivos que atraen a los visitantes constituyen la base del trabajo educativo que los zoológicos ofrecen en forma realmente única, ya que el aspecto recreativo de las visitas sirve como punto de partida para estimular el interés del visitante en proteger el sutil equilibrio de esas relaciones.

El papel educativo que tienen los zoológicos está relacionado directamente con vastos y diferenciados grupos de personas y no exclusivamente referido a los niños.

Dada la diversidad del público asistente al zoológico el proceso educativo de los visitantes requiere gran habilidad, creatividad e inventiva, lo que exige usar una amplia variedad de técnicas educativas. En consecuencia, la educación mediante los zoológicos ha devenido directamente en una profesión especializada.

En los zoológicos puede desplegarse una gama muy grande de argumentos biológicos incluyendo aquellos “clásicos” como la adaptación de los animales, su comportamiento, la reproducción y nutrición, así como otros aspectos más complejos, tales como la evolución y la ecología. El tema de la conservación da gran importancia a los programas educativos de los Zoológicos.

A todo lo anterior se debe añadir un aspecto muy importante que es la conservación “ex situ” de especies animales en peligro de extinción. Los zoológicos han desempeñado y en el futuro seguirán desempeñando un papel positivo muy importante ya que es la única alternativa viable para obtener en poco tiempo de 250 a 500 ejemplares de las especies animales citadas, cantidad que es la mínima para garantizar la supervivencia de la especie, así como su diversidad, ya que un menor número exige un alto porcentaje de cruzamiento entre “familiares”.

De la forma señalada se minimiza el riesgo de la degeneración genética conservando lo más posible la variabilidad genética originaria que algún día podrá regenerar la población de las especies animales en extinción regresando a sus hábitats funcionales.

### **LA CONTRIBUCIÓN DIRECTA DDE LOS ZOO EN LA SALVACIÓN DE LAS ESPECIES ANIMALES.**

El número aproximado de los animales vivos en los mil zoológicos del mundo es de un millón, lo que teniendo en cuenta el número de ejemplares por especie se calcula que el conjunto de los zoológicos del mundo pueden mantener en buenas condiciones de población de 1000 a 2000 especies afectadas. Este número puede aumentar si los zoológicos dedican una mayor porción des espacio a las especies en peligro de extinción y participan mediante las coordinaciones con otros zoológicos en la reproducción de esas especies, ya sea mediante la reproducción artificial o la crio-conservación de los bancos



de esperma, instrumento que la biotecnología nos proporciona para el sostén de la conservación.

El retorno a la naturaleza de las especies animales recuperadas según el documento “Translocation” of Living Organisms” publicado en 1987 puede aportar enorme beneficio al sistema biológico natural. Los proyectos actuales tienen el objetivo de reintroducir y repoblar más de 120 especies animales, trabajo que es de fundamental importancia principalmente para adquirir el conocimiento y la experiencia que nos permitirá salvar un mayor número de especies animales en el futuro hasta que estas especies sean autosuficientes.

## **CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN NECESARIOS PARA LA CONSERVACIÓN**

Una crianza y conservación adecuadas de las colecciones zoológicas y de las poblaciones Ex – situ nos ha dado un vasto conocimiento científico en varios campos de la biología y la veterinaria. La mayor parte de ese conocimiento lo adquirimos en el curso del siglo pasado. Ahora comprobamos que la mitad de los Jardines Zoológicos no pueden dedicarse a la investigación con la intensidad debida por razones de carácter financiero y otras. Se requiere por lo tanto la creación de un banco de conocimientos acerca de las especies animales que pueda ser utilizado en las investigaciones científicas de cada Zoo. Este conocimiento e investigación basado en el trabajo de cada Zoo es no solo importante para la conservación Ex - situ, sino es también muy relevante para la conservación In - situ, porque ambas estrategias están estrechamente unidas en el ámbito de la conservación. Por ejemplo la conservación de las especies selváticas dependerá siempre de mayores conocimientos adquiridos en los zoológicos respecto al campo de la biología de las poblaciones pequeñas.

## **UN CAMINO POR RECORRER HACIA UNA NUEVA INTEGRACION**

La comunidad de los zoológicos representa para la comunidad internacional y los entes de gobierno un aliado muy potente para la construcción de un Time Brietge que resulta necesario para ayudar a un mayor número de especies hábitat y ecosistema ha sobrevivir, superando el proceso de destrucción que probablemente persistirá por un tiempo no despreciable en el futuro.

Esta gran unión entre los zoológicos del mundo para usar todos los recursos disponibles será decisiva para devolver a la biosfera las mayores ventajas posibles que ayude a la supervivencia de toda la riqueza biológica que existen en los genes, las especies y los ecosistema de la tierra.

## MANATÍ DE LAS ANTILLAS (*Trichechus Manatus*)

---

El manatí es un mamífero marino que habita en las costas y en las desembocaduras de los ríos (estuarios). Su nombre científico es "*Trichechus Manatus*" del griego tri (tres) y chehus (uñas).

El manatí es un apacible mamífero marino que discurre sus días "pastando" tranquilamente en aguas costeras poco profundas. Es por esto que también se les conoce como "vacas marinas".

Este mamífero marino puede llegar a medir hasta doce (12) pies de largo y pesar cerca de 3,500 libras. Su cuerpo es grande y cilíndrico, parecido al de una foca grande, casi sin pelo y su piel es gruesa y dura. Las patas delanteras se han modificado en forma de aletas y el rabo es aplastado formando una especie de aleta poderosa para zambullirse. Su rabo es más que eficiente para moverse bajo el agua, es por esto que no tiene patas traseras.

Aunque por lo regular es de color gris, se encuentran algunos color café. El manatí es un animal tímido e inofensivo que gusta de nadar en compañía de su grupo para jugar, comer o moverse de un lugar a otro.



El manatí no es un pez. Al igual que los delfines y las ballenas, está más cerca de nosotros que de los demás habitantes del mar. El manatí también respira aire como nosotros. Puede permanecer sumergido hasta por veinte (20) minutos. Cuando se sumerge, los dos orificios nasales, localizados un poco más arriba de la boca, se cierran herméticamente.

### **Información Biológica:**

Cada dos (2) a cinco (5) años, la hembra da a luz una cría, la cual puede pesar 66 libras al nacer y medir de 3 a 4 pies de largo. La cría depende totalmente de su madre y permanece con ella por lo menos dos (2) años.

La madre amamanta a sus crías al nacer al igual que estos hacen viajes frecuentes a la superficie del agua para respirar. Solamente la hembra se encarga de cuidar la cría, dándole leche hasta que sus dientes están bien formados para comer alimentos duros.



El manatí es el único mamífero marino completamente herbívoro. Su alimento principal lo constituyen yerbas marinas y plantas acuáticas que crecen en lugares poco profundos cercanos a la costa o en los ríos.

La capacidad de reproducción del manatí es relativamente baja comparada con la de otros mamíferos. A los cinco (5) años ya está listo para aparearse y parir una cría cada dos (2) o tres (3) años. El período de gestación es de trece (13) meses, uno de los más largos del reino animal.

Los manatíes tardan de cuatro (4) a seis (6) años en llegar a adultos y, aparentemente, pueden llegar a vivir hasta los sesenta (60) años.



## ANEXO N° 03

### CARACTERIZACION DE LAS AREAS NATURALES PROTEGIDAS POR EL ESTADO

AREA PROTEGIDA	EXTENSION (ha)	UBICACIÓN (Departamento)	AÑO
<b>Parques Nacionales (8)</b>			
1. Cutervo	2,500.00	Cajamarca	1961
2. Tingo María	18,000.00	Huánuco	1956
3. Manu	1,532,806.00	Madre de Dios, Cuzco	1973
4. Huascarán	340,000.00	Ancash	1975
5. Cerro de Amotape	91,300.00	Tumbes, Piura	1975
6. Río Abiseo	274,520.00	San Martín	1983
7. Yanachaga - Chemillén	122,000.00	Pasco	1986
8. Bahuaja - Sonene	537,053.25	Madre de Dios, Cuzco	1996
	<hr/> 2,918,179.25		
<b>Reservas Nacionales (8)</b>			
9. Junín	53,000.00	Junín	1974
10. Paracas <sup>2</sup>	335,000.00	Ica	1975
11. Lachay	5,070.00	Lima	1977
12. Titicaca	36,180.00	Puno	1978
13. Salinas - Aguada Blanca	366,936.00	arequipa	1979
14. Calipuy	64,000.00	La Libertad	1981
15. Pacaya - Samiria	2,080,000.00	loreto	1972
16. Pampa Galera <sup>3</sup>	6,500.00	Ayacucho	1967
	<hr/> 2,946,686.00		
<b>Santuarios Nacionales (6)</b>			
17. Calipuy	4,500.00	La Libertad	1981
18. Huayllay	6,815.00	Pasco	1974
19. Laguna de Mejía	690.60	Arequipa	1984
20. Ampay	3,635.50	Apurimac	1987
21. Manglares de Tumbes	2,972.00	Tumbes	1988
22. Tabaconas - Namballe	29,500.00	Cajamarca	1988
	<hr/> 48,113.10		
<b>Santuarios Histórico (3)</b>			
23. Chacamarca	2,500.00	Junín	1974
24. Pampas de ayacucho	300.00	Ayacucho	1980
25. Machu Picchu	32,592.00	Cuzco	1981
	<hr/> 35,392.00		
<b>Zonas Reservadas (11)</b>			
26. Tambopata - Candamo	1,073,998.25	Madre de Dios, Puno	1990
27. Manu	257,000.00	Madre de Dios	1980
28. Laquipampa	11,346.00	Lambayeque	1982
29. Pantanos de Villa	396.00	Lima	1989
30. Apurimac	1,669,200.00	Junín, Cuzco	1988
31. Tumbes	75,102.00	Tumbes	1994
32. Batán Grnade	13,400.00	Lambayeque	1991
33. Algarrobal El Moro	320.69	La Libertad	1995
34. Chancaybaños	2,600.00	cajamarca	1996
35. Aymara - Lupaca	300,000.00	Puno	1996

36. Gueppi	625,971.00	Loreto	1997
	<u>4,029,333.94</u>		
<b>Bosques de Protección (6)</b>			
37. Pui - Pui	60,000.00	Junín	1985
38. San Matías - San Carlos	145,818.00	Pasco	1987
39. Alto Mayo	182,000.00	San Martín	1987
40. Pagaibamba	2,078.40	Cajamarca	1987
41. Cañete	18.10	Lima	1980
42. Puquio Santa Rosa	72.50	La Libertad	1982
	<u>389,987.00</u>		
<b>Reservas Comunes (2)</b>			
43. Yanesha	34,744.70	Pasco	1988
44. Tamashiyacu - Tahuayo <sup>4</sup>	322,500.00	Loreto	1991
	<u>357,244.70</u>		
<b>Cotos de Caza (2)</b>			
45. El Angolo	65,000.00	Piura	1975
46. Sunchubamba	59,735.00	Cajamarca	1977
	<u>124,735.00</u>		
<b>TOTAL</b>	<b>10,849,670.99</b>		

---

<sup>2</sup> Incluye 217 594 ha correspondientes al mar territorial no considerados dentro del total nacional.

<sup>3</sup> Abarca unas 75 000 ha, que si bien se protegen, su status legal no está definido como Reserva Nacional.

<sup>4</sup> Area Natural Protegidas Regional

## ANEXO N° 1

### Requerimiento de Espacios Unitarios para 5 años

	Mínima	Media	Máxima	
Mamíferos	3,680m <sup>2</sup>	7,360m <sup>2</sup>	25,000m <sup>2</sup>	25000
Herpetario	250m <sup>2</sup>	450m <sup>2</sup>	600m <sup>2</sup>	600
Áreas de reptiles	1,200m <sup>2</sup>	2,000m <sup>2</sup>	3,000m <sup>2</sup>	3000
Aviarios x3	2,500m <sup>2</sup>	3,600m <sup>2</sup>	5,000m <sup>2</sup>	5000
Clinica veterinaria	300m <sup>2</sup>	300m <sup>2</sup>	1,000m <sup>2</sup>	1000
Cuarentena	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	1,500m <sup>2</sup>	1500
Módulos educativos	400m <sup>2</sup>	400m <sup>2</sup>	600m <sup>2</sup>	600
Bioterio	600m <sup>2</sup>	600m <sup>2</sup>	1,500m <sup>2</sup>	1500
Granja	10,000m <sup>2</sup>	10,000m <sup>2</sup>	50,000m <sup>2</sup>	50000
Laboratorio de Reproducción	600m <sup>2</sup>	600m <sup>2</sup>	600m <sup>2</sup>	600
Museo	1,500m <sup>2</sup>	1,500m <sup>2</sup>	4,500m <sup>2</sup>	4500
<b>TOTAL</b>	<b>21,530 m<sup>2</sup></b>	<b>27,310 m<sup>2</sup></b>	<b>93,300m<sup>2</sup></b>	<b>93300</b>

(\*) Ver cuadro de Aviarios

### Aviarios

	Mínima	Media	Máxima	Porcentaje	
- Costa	600m <sup>2</sup>	900m <sup>2</sup>	1,500m <sup>2</sup>	10%	
- Sierra	1,500m <sup>2</sup>	2,500m <sup>2</sup>	3,500m <sup>2</sup>	30%	
- Selva	2,500m <sup>2</sup>	3,500m <sup>2</sup>	5,000m <sup>2</sup>	60%	
<b>TOTAL</b>	<b>4,600 m<sup>2</sup></b>	<b>6,900 m<sup>2</sup></b>	<b>10,000 m<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>	<b>93300</b>



## **Anexo 7**

*Juntas de acrílicos*

## INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA INGENIERÍA DEL ADHESIVO

Una estructura tecnológica se parece a cualquier otra estructura: primero son los fundamentos. Los fundamentos de la tecnología de la adhesión son: una planificación apropiada y un conocimiento completo de los materiales que se usan.

### Información general sobre la ingeniería del adhesivo

Desde que se empezó a utilizar la unión adhesiva como método de unión industrial junto a la soldadura, el remachado, etc., se han realizado muchos trabajos de investigación, desarrollo e ingeniería a fin de evaluar los parámetros más importantes para lograr una unión perfecta. En este capítulo se repasan los fundamentos de la tecnología de los adhesivos con el propósito de explicar la terminología de la ingeniería adhesiva para sentar las bases de los capítulos siguientes.

### La junta adhesiva

Los adhesivos son puentes entre las superficies de los sustratos, sean éstos del mismo o de diferente material. El mecanismo de unión depende de:

- La fuerza de unión del adhesivo al sustrato, llamada adhesión; y
- La fuerza interna del adhesivo, llamada cohesión (ver figura 1).

### Adhesión

«Adhesión» es la fuerza de unión en las superficies de contacto de dos materiales. Las fuerzas físicas de atracción y adsorción, que se han descrito como «fuerzas de van der Waals» revisten la mayor importancia en la unión. El rango de estas fuerzas intermoleculares es considerablemente más bajo si el material adhesivo no está en contacto íntimo con las zonas a unir, debido a la rugosidad superficial relativa de las superficies tratadas mecánicamente. Este es el motivo por el que el adhesivo debe penetrar totalmente en la rugosidad superficial y mojar toda la superficie. Por ello, la resistencia de la fuerza adhesiva depende tanto del grado de mojado de la superficie (para lograr el máximo intercambio molecular) como de las propiedades adhesivas de la misma. Para una determinada tensión superficial del adhesivo, el mojado depende de la energía superficial del sustrato y de la viscosidad del adhesivo. El mojado también puede verse reducido si existen contaminantes superficiales.

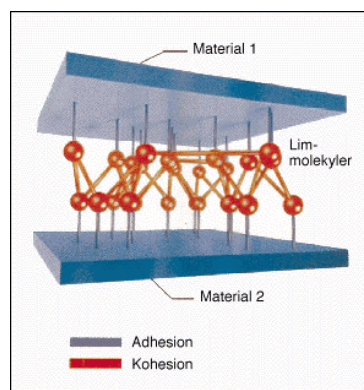


Fig. 1: Fuerzas de unión en la junta adhesiva.

### Cohesión

«Cohesión» es la fuerza predominante entre las moléculas de un adhesivo y que mantiene al material unido. Estas fuerzas incluyen:

- fuerzas intermoleculares de atracción (fuerzas de van der Waals) y
- enlace entre las moléculas de polímero entre sí

De acuerdo con la regla de que una cadena es tan fuerte como su eslabón más débil, las fuerzas de adhesión y cohesión que actúan en una unión deberían ser aproximadamente iguales.

## ADHESIÓN ESTRUCTURAL

La adhesión estructural es una técnica de montaje aceptada junto a métodos tradicionales como el atornillado, el remachado y la soldadura.

### Introducción

La unión de materiales con adhesivos tiene ventajas importantes frente a los métodos mecánicos. Un adhesivo distribuye cargas y tensiones por toda la unión para conseguir una distribución más uniforme de las cargas estáticas y dinámicas, en lugar de concentrarlas en puntos de extrema tensión. Por tanto, la unión adhesiva es más resistente a la flexión y a la vibración que, por ejemplo, una unión remachada.

Además, el adhesivo puede sellar al mismo tiempo que une, eliminando así la corrosión que puede producirse en una unión fijada mecánicamente. El adhesivo facilita la unión de superficies de formas irregulares, para obtener un montaje de menor peso con apenas algún cambio de las dimensiones o geometría de la pieza.

Por supuesto, es necesario evaluar algunos factores adicionales cuando se contempla el uso de adhesivos. Por ejemplo, el adhesivo debe ser adecuado para los sustratos, compatible con los métodos de producción, transmitir las cargas de trabajo previstas y resistir los ambientes a que estará expuesto. También es preciso considerar la preparación de las superficies, los métodos de aplicación y los sistemas de curado, así como el tiempo y el coste de estos aspectos de la unión.

La información incluida en este capítulo tiene por objeto facilitar una correcta elección y un adecuado uso del adhesivo.

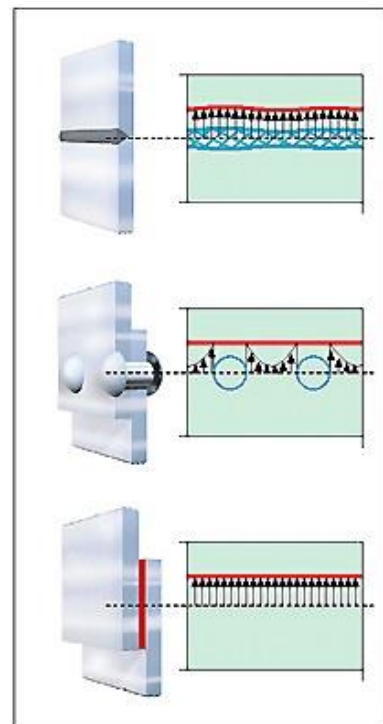
### Unión de superficies planas

Los tres métodos de montaje más importantes son:

**Mecánicos** – con tornillos, pernos y remaches

**Térmicos** – con soldadura fuerte y blanda

**Químicos** – con adhesivos



## Montajes mecánicos

Los tornillos son el método de montaje ideal cuando tiene que ser posible el desmontaje de la unión con frecuencia y fácilmente, y suelen ser muy fiables. Sin embargo, en determinadas circunstancias pueden aflojarse y es preciso fijarlos como se describe en el capítulo «Fijación de roscas».

Para poder emplear tornillos o remaches, es preciso taladrar agujeros, debilitando las piezas. Cuando el montaje está sometido a carga, la tensión se concentra cerca de los taladros. A veces, esto puede provocar la fatiga prematura del material. En consecuencia, si se utiliza este tipo de fijaciones es preciso aumentar el espesor del material para lograr la estabilidad necesaria. Además, los taladros para pernos o remaches incrementan el peligro de corrosión. Por este motivo, suele ser necesario proporcionar una protección al sustrato o un sellado adicional, lo cual suele ser caro y complicado. Si se ponen en contacto metales diferentes, pueden producirse fenómenos de corrosión galvánica y dilatación diferencial.

## Montajes térmicos

Normalmente sólo es posible utilizar soldaduras fuertes y blandas entre materiales similares. El desmontaje no es posible o es muy difícil. Durante la soldadura se alcanzan altas temperaturas, que causan tensiones no deseadas pudiendo provocar el fallo del componente y modificaciones de la estructura cristalina de las piezas metálicas.

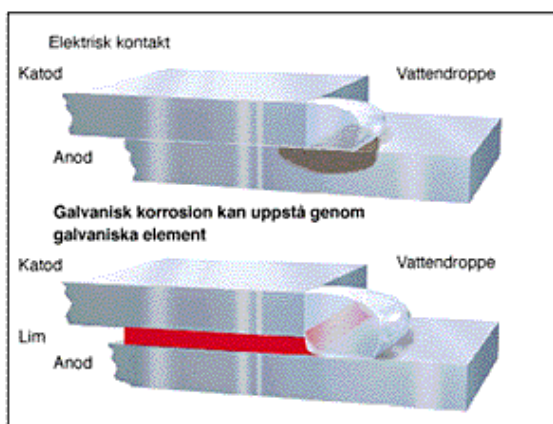


Fig. 92: Corrosión galvánica.

## Montajes con adhesivos

La unión adhesiva amplía el ámbito de producción ofreciendo muchas ventajas:

- **Distribución uniforme de la tensión:** se eliminan las concentraciones de tensión debidas a los taladros.
- **Ausencia de cambios estructurales:** las propiedades de los materiales no se ven afectadas, como puede ocurrir con las soldaduras.
- **No se produce deformación del sustrato:** como las piezas no se calientan, como ocurre con la soldadura, resulta fácil montar componentes de masas y medidas diferentes.
- **Combinación de materiales diferentes:** permite que los diseñadores elijan y combinen materiales para poder aprovechar al máximo las propiedades de cada uno.
- **Sellado de uniones:** los adhesivos actúan también como selladores. Los montajes atornillados y remachados suelen precisar un sellado, con el consiguiente aumento de costes y trabajo.

- **Aislamiento:** es posible unir metales con diferentes propiedades electroquímicas. Se evita la corrosión, la erosión por fricción y la corrosión por rozamiento (ver figura 92).
- **Reducción del número de componentes:** dejan de ser necesarios los pasadores, tornillos, remaches, abrazaderas, etc.
- **Mejora del aspecto del producto:** las uniones adhesivas son más lisas. Después de la unión las juntas quedan ocultas, a diferencia de las soldaduras. Esta ventaja da a los diseñadores muchas oportunidades para mejorar el aspecto del producto.

### Diseño de uniones adhesivas

La resistencia y durabilidad de una unión adhesiva vienen determinadas principalmente por los parámetros siguientes:

- **Adhesivo**
- **Sustrato**
- **Medio operativo**
- **Diseño de la unión**
- **Carga**

Las propiedades físicas y químicas de un adhesivo definen la fuerza de adhesión y la fuerza de cohesión de una unión adhesiva. La durabilidad también depende mucho de la naturaleza del adhesivo. Las diferentes tecnologías adhesivas permiten elegir diferentes niveles de resistencia y módulos de Young, así como las mejores propiedades de adhesión.

Los sustratos y su acabado superficial suelen ser los criterios principales para elegir el adhesivo óptimo o el diseño de la unión, pero la rigidez del componente y las propiedades mecánicas de los materiales son también criterios muy importantes.

El medio operativo de la unión (temperatura, productos químicos/disolventes, humedad, etc.) influye directamente en la elección del adhesivo. El medio operativo más las cargas aplicadas son los parámetros más importantes en lo que se refiere a la durabilidad.

El diseño de la unión se considera el parámetro más importante para sacar el mejor partido del adhesivo elegido. El diseño debe ajustarse a los límites de aplicación del adhesivo (p.ej. profundidad de curado, relleno de holguras, etc.) y optimizarse para evitar las cargas más severas sobre una unión (pelado, desgarro).

#### 9.3.1 Cargas y tensiones resultantes

Las cargas que actúan sobre una unión adhesiva producen varios tipos de tensiones. Las tensiones se expresan normalmente en N/mm<sup>2</sup>. En el caso de las cargas de compresión, la distribución de tensiones sobre la línea de unión es muy uniforme. Así, todas las zonas de la línea de unión soportan la misma carga y, para calcular las tensiones, simplemente se calcula el cociente entre fuerzas incidentes y área de unión. En la práctica, las cargas de tracción y compresión puras son muy poco habituales y es más frecuente encontrar cargas de cizallamiento, desgarro y pelado. La distribución de tensiones, es decir, la repartición de los esfuerzos en la línea de unión, es menos uniforme y su cálculo es más complicado. Las tensiones de cizallamiento se distribuyen sobre la unión de manera que aparecen concentraciones. Los extremos deben resistir tensiones mayores que el centro. Si se aplica una carga de desgarro o pelado a una unión, la mayor parte de la tensión se concentra en un extremo.

## Diseño de la unión adhesiva

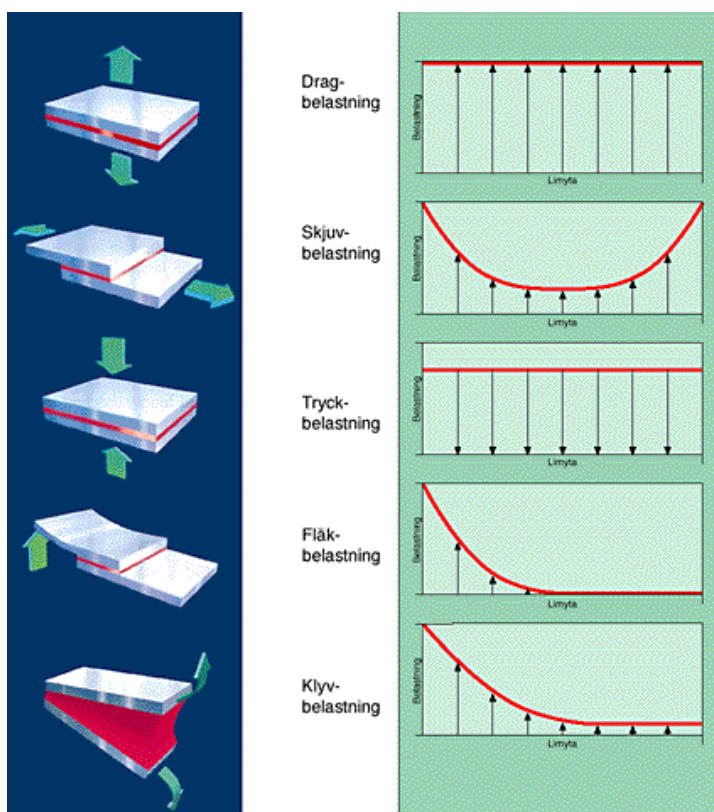
Al diseñar una junta adhesiva, lo que se pretende es conseguir que la distribución de las tensiones sea lo más uniforme posible. Por tanto, los ingenieros deben comprender bien cómo se distribuyen las tensiones en una junta sometida a una fuerza. Hay varias directrices a considerar para diseñar una junta adhesiva.

### Minimizar la carga de pelado y de desgarro

Si observamos las curvas de distribución de tensiones de la figura 93, podemos ver que las fuerzas de pelado y de desgarro deben eliminarse en la medida de lo posible. La figura 94 presenta algunas propuestas para transformar las cargas de pelado o desgarro en cargas más favorables.

### Maximizar el área de unión

Otra manera sencilla pero muy importante de mejorar una junta adhesiva o, simplemente, de realizar un diseño adecuado para la unión adhesiva es aumentar el área de unión. Si el área de unión es demasiado pequeña, suele inducirse una tensión de pelado o desgarro excesiva. La rigidez de los componentes y del adhesivo afecta a la carga de rotura de una unión. En general, cuanto más rígido sea el componente, menos afectará la geometría de la junta a la resistencia de la unión.



*Fig. 93: Tipos más comunes de cargas y su distribución de tensiones a lo largo de la línea de unión.*

[153]

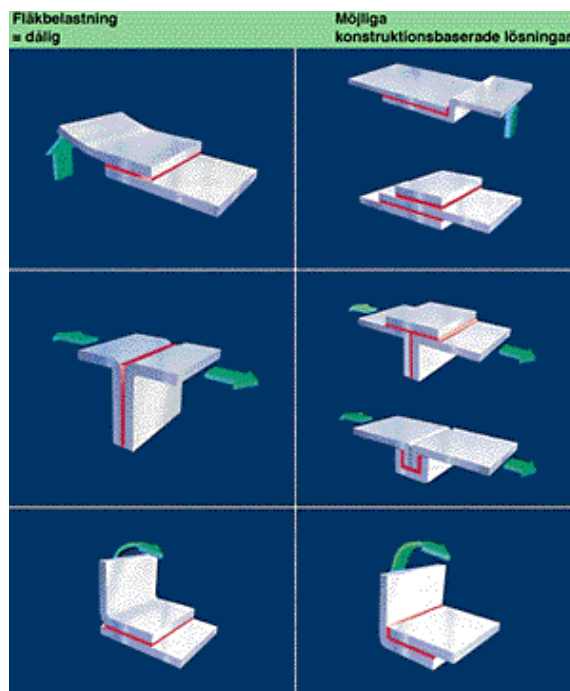


Fig. 94: Cargas de pelado y su conversión gracias al diseño.

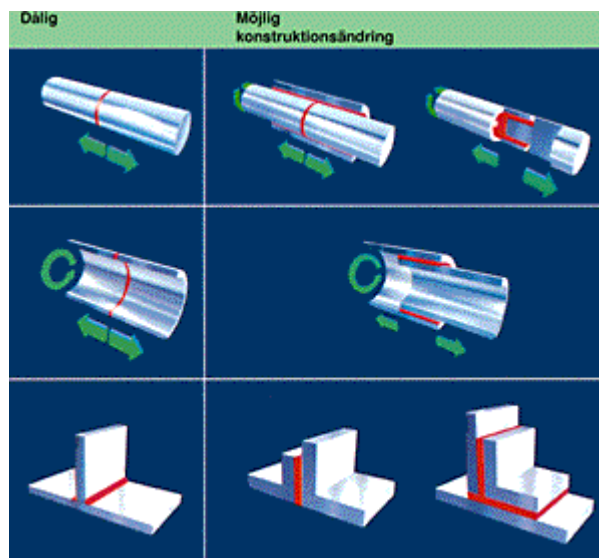


Fig. 95: Cargas favorables y menos favorables en uniones adhesivas. Cuanto mayor sea la superficie de unión, mejor.

### Optimización de las uniones solapadas

- **Evitar las fuerzas excéntricas:** hay varias razones por las que una unión solapada simple puede no presentar una distribución uniforme de tensiones de cizallamiento. Una razón es que las fuerzas excéntricas que actúan sobre la unión producen un momento de flexión. Este momento de flexión induce tensiones de tracción adicionales, especialmente en los extremos de la unión. Como muestra la figura 97, hay varias posibilidades para minimizar la influencia negativa del momento de flexión provocado por las fuerzas excéntricas que actúan sobre la línea de unión.
- **Aumentar el ancho de la junta:** con ello no se modifica la distribución de tensiones de cizallamiento y, por tanto, la carga de rotura de las juntas solapadas aumenta en la misma proporción en que aumenta el ancho de la junta. Es decir, duplicando el ancho de la junta se dobla la carga de rotura, como ilustra la figura 98.
- **Optimizar el solape de la junta:** esto no significa simplemente aumentar la longitud de la junta al máximo, porque la carga de rotura no aumenta proporcionalmente con la longitud de la junta o área de unión. En la curva de distribución de tensiones de cizallamiento podemos ver que los extremos de la unión resisten más tensión que el centro de la misma. Si se aumenta mucho la longitud de solape, puede que la carga de rotura apenas sufra cambio alguno. Esto es debido a que la junta comienza a romperse por el extremo del solape sometido a la concentración de tensión, al superarse la fuerza adhesiva o cohesiva del adhesivo.

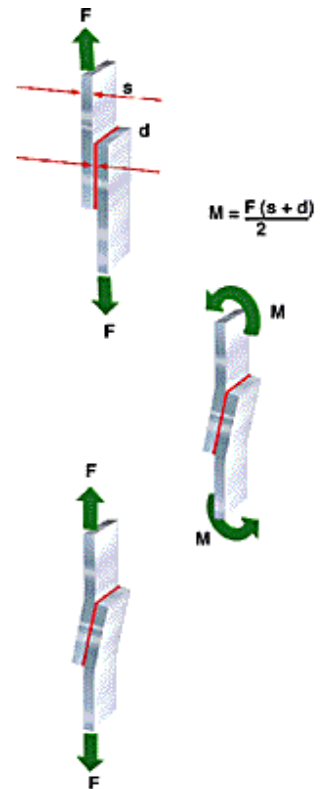


Fig. 96: Deformación de una junta de solape simple causada por cargas excéntricas.

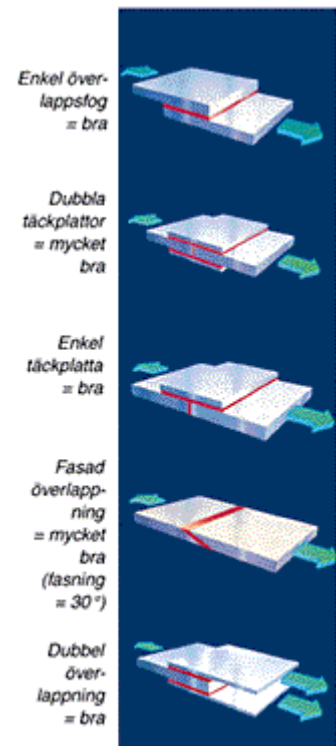


Fig. 97: Varios medios para resolver las complicaciones causadas por las fuerzas excéntricas.

La figura 99 demuestra que el valor medio de la tensión de cizallamiento se reduce aumentando la longitud de solape, provocando un aumento no proporcional de la



carga de rotura. Si se necesita un área de unión más grande para soportar la carga, es mejor aumentar el ancho de la unión en lugar del solape.

- **Espesor de la línea de unión:** con una línea de unión de mayor espesor, la junta soporta mejor las tensiones de cizallamiento. El espesor adicional propaga la deformación de cizallamiento a través de un volumen mayor, lo que produce menos deformación unitaria en el adhesivo y, por tanto, menor concentración de tensiones. Esto es parecido a utilizar un adhesivo de módulo más bajo; en ambos casos la junta soporta mejor la carga.

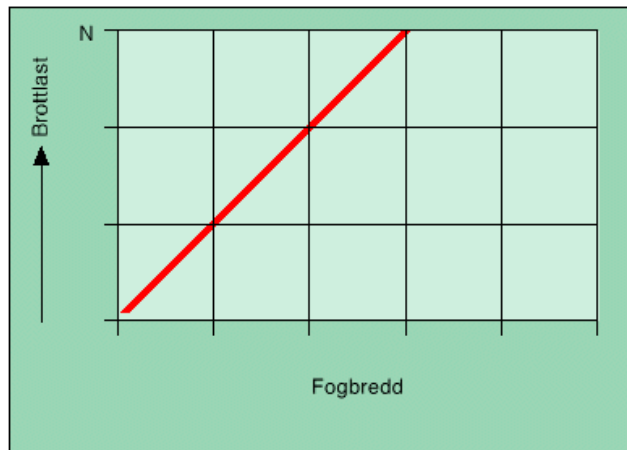


Fig. 98 : La carga de rotura aumenta en la misma proporción que aumenta el ancho de la unión.

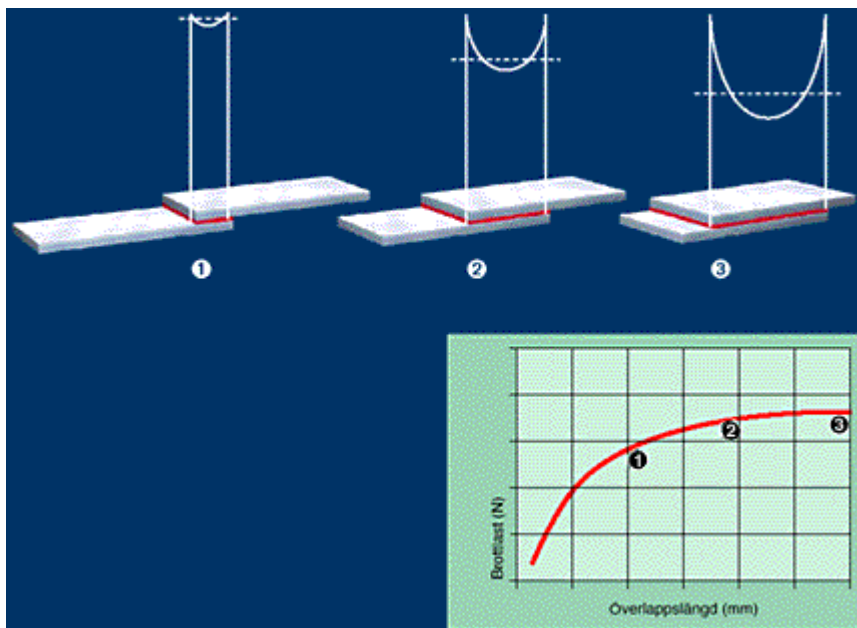


Fig. 99: Un aumento de la longitud de solape produce un aumento

aumento longitudinal produce no

proporcional de la carga de rotura.  
= distribución real de tensiones  
= tensión promedio

## Requisitos especiales para unir sustratos de plástico

El término «plástico» comprende muchos materiales sintéticos. Hay muchas maneras de clasificar los plásticos. La más simple es una clasificación general en tres tipos básicos:

- **termoestables**
- **termoplásticos**
- **elastómeros**

Sin embargo, esta sencilla clasificación es inadecuada para definir propiedades de montaje. Las diversas estructuras químicas de los distintos sustratos de plástico y las propiedades físicas resultantes son los factores decisivos en la ingeniería de los adhesivos.

Igual que con todos los materiales que van a unirse por medios adhesivos, es preciso cumplir dos condiciones previas:

11. El adhesivo debe ser capaz de mojar el plástico, es decir, la energía superficial del plástico debe ser mayor o igual que la tensión superficial del adhesivo.

12. La superficie del plástico debe tener propiedades favorables a la adhesión, es decir, a la interacción química y física en la superficie de contacto entre el adhesivo y el sustrato.

Los plásticos que no cumplen una de estas condiciones suelen ser inadecuados para la unión adhesiva. Si no se cumple ninguna de las dos, el plástico no podrá unirse mediante adhesivos sin un tratamiento previo.

### Efecto de la capa superficial del sustrato de plástico

Los sustratos plásticos suelen presentar el problema de que las propiedades de masa (las propiedades del material base) no se correspondan con las propiedades superficiales. Las razones pueden ser la composición del sustrato plástico y/o el proceso de fabricación. Una capa superficial débil producirá una unión de baja resistencia con independencia del adhesivo elegido.

## Plásticos con componentes de bajo peso molecular

Muchos plásticos contienen componentes de bajo peso molecular, incluyendo estabilizantes, componentes no reactivos, residuos de disolventes, plastificantes y cargas. Todos ellos pueden afectar a la unión adhesiva si están presentes en la superficie. Muchos tienden a desplazarse hacia la superficie (migración) y concentrarse allí. Así, se forma en la superficie una capa separada del material base, reduciendo considerablemente la resistencia potencial de la unión o incluso impidiéndola.

### Agentes desmoldeantes internos y externos

Para garantizar que sea fácil liberar las piezas de plástico moldeadas o estampadas, se utilizan agentes desmoldeantes internos y externos. Los agentes desmoldeantes se llaman «internos» si ya están mezclados en la granza y surten efecto durante la transformación del plástico. Suelen producir superficies difíciles o imposibles de unir. Estos agentes desmoldeantes pueden distribuirse en toda la masa del plástico, de modo que puede que no sea eficaz ni siquiera rectificar su superficie.

Por otra parte, los agentes desmoldeantes «externos» se pulverizan en el interior del molde abierto. Se fabrican en base a parafinas, jabones y aceites (p.ej. aceite de silicona). Debido al método de tratamiento, estos agentes desmoldeantes pueden hallarse no sólo en la superficie, sino también en capas próximas a ella. El pretratamiento más adecuado de tales superficies es el mecanizado de acabado (p.ej. rectificado).

## Propiedades superficiales derivadas de la transformación

Durante el moldeo de piezas de plástico pueden formarse estructuras superficiales y, por tanto, «propiedades superficiales» no idénticas a las «propiedades de masa». En términos prácticos, se denominan pieles de inyección, que son superficies comprimidas muy lisas, habitualmente con concentraciones de tensión. Cuanto más se desarrolla una piel de inyección, peores son sus propiedades adhesivas. Su efecto sería comparable al de una capa protectora que recubriese el material base. El pretratamiento más sencillo y eficaz es la destrucción de esta piel por métodos mecánicos, p.ej. mediante rectificado o abrasión.

#### **Agrietamiento por tensión de los termoplásticos**

Los sustratos termoplásticos amorfos sin carga tienden a agrietarse cuando entran en contacto con ciertos líquidos (disolventes). Esto suele llamarse «agrietamiento por tensión». Los plásticos más susceptibles son los policarbonatos (PC), los polimetilmetacrilatos (PMMA), los copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) y el poliestireno (PS). Como su propio nombre indica, las grietas se forman por la interacción de dos factores:

2. Deben existir ciertas tensiones en el sustrato. En la mayoría de las piezas de plástico, están presentes en forma de tensiones residuales causadas por la transformación o se producen por efecto de fuerzas externas.
3. Sobre la pieza debe actuar un medio de peso molecular bajo (p.ej. acetona, alcohol).

Los adhesivos también pueden causar agrietamiento por tensión cuando están en estado líquido.

<b>Características no aconsejables para la <u>unión</u></b>	<b>Métodos de tratamiento de superficies</b>
Componentes de bajo peso molecular en la superficie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar con disolventes o productos de limpieza adecuados</li> <li>• Eliminar mecánicamente (por rectificado o abrasión)</li> </ul>
Agentes desmoldeantes internos en la superficie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar con productos de limpieza acuosos y alcalinos</li> </ul>
Agentes desmoldeantes externos en la superficie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar mecánicamente (por rectificado o abrasión)</li> <li>• Lavar con productos de limpieza adecuados</li> </ul>
Piel de inyección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar mecánicamente</li> </ul>

#### **Maneras de prevenir el agrietamiento**

El agrietamiento de los plásticos durante la unión adhesiva puede prevenirse en gran medida adoptando los siguientes métodos, o bien eligiendo otro material plástico:

- someta las piezas plásticas a un tratamiento térmico posterior, reduciendo así las tensiones internas;
- en el momento de unir las piezas, no las apriete ni deforme, ya que pueden inducirse tensiones;
- utilice adhesivos de curado rápido, ya que minimizan la exposición al efecto disolvente del adhesivo líquido, minimizando así el agrietamiento por tensión;
- si utiliza cianoacrilatos, no aplique demasiado adhesivo, de modo que no queden excesos sin curar, o utilice un activador para curar tales excesos;

- si utiliza adhesivos que curan por luz ultravioleta, asegúrese de realizar el curado inmediatamente después de aplicar el adhesivo. Deberán evitarse áreas de sombra en las que el adhesivo permanezca líquido;
- los adhesivos anaeróbicos no son adecuados para materiales termoplásticos amorfos sin carga.

### **Resumen de recursos disponibles para unir sustratos de plástico**

Cuando se producen al mismo tiempo varios efectos superficiales no deseados, el tratamiento mecánico superficial ha demostrado ser la solución más completa y eficaz. Este método cambia la estructura superficial de manera favorable a la unión adhesiva, y la superficie de unión efectiva aumenta debido al incremento de rugosidad.

En casos en los que resulta difícil o imposible unir plásticos, se utilizan métodos de pretratamiento superficial físico y químico para mejorar el contacto del adhesivo con la superficie.

### **Uniones con adhesivos Loctite**

Los adhesivos son materiales reactivos. Se aplican en estado líquido y reaccionan (curan) convirtiéndose en sólidos en condiciones apropiadas. El adhesivo curado es un plástico. Los adhesivos Loctite aplicados a uniones tienen los siguientes mecanismos de curado y propiedades:

**Adhesivos anaeróbicos:** reaccionan en ausencia de oxígeno y en contacto con metales. La superficie de unión debe tener como mínimo 5 mm de ancho para asegurar la ausencia de oxígeno. Los adhesivos anaeróbicos Loctite han demostrado su utilidad en la fijación de roscas, en montajes cilíndricos y en la formación de juntas. Se utilizan en adhesiones estructurales cuando los componentes a unir son rígidos y la holgura de la unión no supera los 0,5 mm. Debido a su mecanismo de curado, se utilizan principalmente para unir metales.

**Acrílicos modificados:** curan en ausencia de oxígeno al entrar en contacto con un activador. Estos adhesivos evitan los problemas derivados de la vida útil de los componentes mezclados o del tiempo de aplicación para el proceso de unión, ya que el adhesivo sólo reacciona al entrar en contacto con el activador. La superficie de unión ha de tener un ancho mínimo de 5 mm para impedir el acceso al oxígeno. En comparación con los adhesivos anaeróbicos, son más resistentes a impacto y a pelado y presentan una buena adhesión a muchos sustratos.

**Adhesivos Loctite de curado UV:** reaccionan al exponerlos a la luz ultravioleta. Es importante que la luz ultravioleta alcance toda la superficie de unión. Para ello, al menos uno de los sustratos debe ser transparente a la longitud de onda de luz ultravioleta correspondiente. Las lámparas UV de Loctite están adaptadas a los adhesivos en cuanto a intensidad y espectro de radiación. Las características más importantes de esta familia de adhesivos son un curado muy rápido, capacidad de relleno de holguras y adhesión a muchos sustratos.

**Cianoacrilatos:** (comúnmente llamados «superglues») curan muy rápidamente cuando se confinan entre superficies. La humedad condensada sobre los sustratos inicia la reacción de curado, que avanza desde las superficies de los sustratos hacia el centro de la unión adhesiva. Los cianoacrilatos son idóneos para unir piezas pequeñas y conseguir una fijación rapidísima. Debido a su limitada capacidad de relleno de holguras (máx. 0,25 mm), requieren superficies coincidentes. Su adhesión a la mayoría de los sustratos es excelente y la resistencia de la unión al cizallamiento y a la tracción es muy buena. No deben utilizarse en vidrio o en piezas continuamente expuestas al agua.

**Poliuretanos:** los poliuretanos monocomponentes curan convirtiéndose en sólidos flexibles cuando se exponen a la humedad ambiental. La humedad reacciona con un complejo de isocianato para

producir la polimerización. Esto limita la profundidad de curado a unos 10 mm. El adhesivo curado es sumamente tenaz, puede tener una resistencia cohesiva entre media y alta y es pintable.

**Siliconas:** curan típicamente por reacción con la humedad ambiental, aunque también existen fórmulas que pueden curar por exposición a la luz ultravioleta. Las siliconas se distinguen por el subproducto que generan al curar con la humedad (p.ej. curado acetoxi, alcoxi u oxímico). Las siliconas curadas son materiales muy flexibles, con excelente adhesión a muchos sustratos. Su resistencia a la intemperie es excelente, aunque los disolventes no polares las hinchan fácilmente.

### **Preparación de la superficie**

Los montajes adhesivos resultan perjudicados por un contacto incompleto entre el adhesivo y los sustratos. El diseño debe prever un pretratamiento apropiado de las superficies y especificar el adhesivo más adecuado, para asegurar que el proceso de unión adhesiva sea perfecto. Existen varios procesos de pretratamiento que van desde la simple limpieza mecánica y el desengrase químico hasta una preparación superficial compleja.

[162]

La preparación de la superficie es el paso más crítico en el proceso de la unión adhesiva. Si no se realiza una preparación satisfactoria de la superficie, la unión fallará en la adhesión y, de manera imprevisible, en la interfaz sustrato-adhesivo. Con una correcta preparación de la superficie pueden lograrse uniones en las que cualquier fallo será de naturaleza cohesiva, alcanzándose, por tanto, la resistencia prevista del adhesivo y/o de la combinación de imprimación. Y éste es un factor clave, no sólo para la resistencia inicial de una unión adhesiva sino, lo que es aún más importante, para su resistencia ambiental a largo plazo.

Los métodos de preparación de superficies deben, como mínimo, eliminar el aceite, la grasa o cualquier revestimiento cuya fuerza de unión al sustrato pueda ser menor que la de la unión adhesiva. Para muchos materiales metálicos y plásticos se utiliza simplemente la abrasión y/o el frotamiento con disolventes. Sin embargo, en algunos metales estas preparaciones simples de la superficie pueden no ser suficientes para obtener una buena adhesión o una buena resistencia ambiental a largo plazo.

### **Durabilidad**

Al seleccionar un adhesivo para una aplicación determinada, una de las consideraciones más importantes es el ambiente al que se someterá la unión adhesiva. Por supuesto, la fuerza que actúa sobre la unión es un factor muy a tener en cuenta, y la unión adhesiva debe ser capaz de soportar la carga máxima esperada (sin excesiva deformación permanente) y de resistir la fatiga o las tensiones cíclicas. Las tensiones cíclicas, en especial las lentas, son mucho más perjudiciales para una unión adhesiva que una tensión continua. El adhesivo elegido para una aplicación determinada debe ser capaz de resistir estas cargas y tensiones, no sólo al comienzo, sino también después de una exposición sostenida a los factores ambientales más severos que incidirán durante la vida de la unión adhesiva. El calor y la humedad suelen ser los factores ambientales más perjudiciales para la mayoría de las uniones adhesivas.

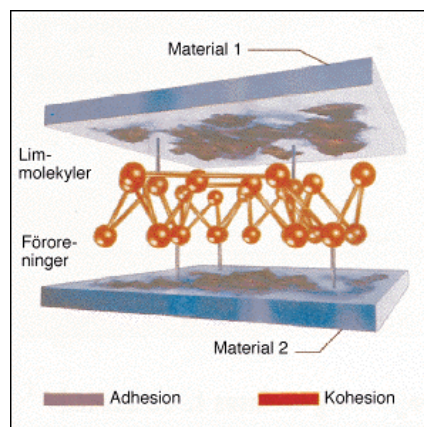
Las tensiones debidas a una dilatación térmica diferencial entre materiales distintos con muy diferentes coeficientes de dilatación, p.ej. en una unión adhesiva de plástico y metal, requieren adhesivos de módulo bajo (no frágiles) para que su comportamiento sea óptimo. Otros factores que afectan a la durabilidad de la unión son los disolventes y la luz ultravioleta. Elija siempre un adhesivo que sea resistente a estos factores; no piense en revestir la unión adhesiva con alguna capa «protectora» que pueda agrietarse o volverse permeable a los disolventes o a la humedad.

## Pretratamiento de las superficies a unir

Es necesario un pretratamiento superficial correcto para lograr una unión óptima. La resistencia de la unión viene determinada, en gran medida, por la adhesión entre las superficies a unir y el adhesivo. Es importante comprender que las uniones adhesivas serán más fuertes cuanto más limpias y pretratadas estén las superficies (ver figura 19).

La adhesión se mejora:

- quitando películas superficiales no deseadas por desengrase o abrasión mecánica
- construyendo una nueva superficie activa revistiéndola con imprimaciones
- cambiando la actividad superficial por decapado, tratamiento corona, tratamiento con plasma a baja presión, etc.



*Fig. 19 : La contaminación de las superficies de los sustratos reduce la adhesión.*

## Desengrase de las superficies a unir

Para que la unión adhesiva sea lo más perfecta posible, es necesario eliminar todo rastro de aceite, grasa, polvo y otros tipos de suciedad residual de la superficie de unión. Los disolventes que se evaporan sin dejar residuos son adecuados para este fin. En la tabla siguiente pueden verse los disolventes más importantes y su capacidad limpiadora.

Los sistemas de limpieza acuosos, alcalinos o ácidos, casi siempre contienen inhibidores de la corrosión. Si éstos permanecen sobre las superficies de unión limpiadas, pueden reducir la adhesión o inhibir el curado del adhesivo. Si han de utilizarse estos sistemas de limpieza, siempre deberán realizarse ensayos preliminares. En todo caso, todos los sustratos deberán enjuagarse y secarse concienzudamente.

Disolvente	Capacidad de limpieza	Inflamable o combustible
Hidrocarburos (p.ej. isoparafinas)	Buena	Sí
Cetonas (p.ej. acetona)	Buena	Sí
Alcoholes (p.ej. isopropanol)	Moderada	Sí
Acuoso	Buena	No

Si se usan baños desengrasantes especiales para grandes series de producción, es aconsejable limpiar previamente las superficies muy sucias para que no se contamine el baño limpiador. Es muy frecuente usar sistemas de desengrase por vapor. En este caso, el disolvente se calienta hasta su punto de ebullición y se evapora. Cuando los sustratos fríos entran en contacto con el limpiador evaporado, éste se condensa sobre los sustratos. El líquido que se forma elimina las partículas de grasa y suciedad que quedan. El desengrase suele producirse dentro de máquinas totalmente cerradas, utilizando disolventes desengrasantes.

En muchas aplicaciones, es suficiente el pretratamiento de las superficies con un limpiador de acción rápida, que elimina aceites, grasas, partículas sueltas de suciedad y otros tipos de contaminación, preparando así las superficies para la unión. Cuando se limpia con disolventes, es posible contribuir al proceso químico de desengrase para separar la suciedad de la superficie con una acción mecánica (frotando con un paño de limpieza, cepillando), obteniéndose así un mejor resultado de limpieza.

### **Pretratamiento mecánico**

Las superficies metálicas sucias suelen estar cubiertas por una capa de óxido que no puede eliminarse con el desengrasado. En estos casos, es necesario un pretratamiento mecánico de la superficie, como puede ser el granallado, el lijado o el uso de un cepillo de alambre.

El granallado es una buena manera de limpiar grandes superficies. La rugosidad superficial que se obtiene con este método da unos resultados de unión muy buenos, siempre que la granalla utilizada no sea demasiado gruesa. Lijando se obtiene una rugosidad superficial igualmente buena. En este caso, es importante usar un tamaño de grano apropiado (p.ej. 300 a 600 para aluminio, 100 para acero). Después del granallado, al igual que después del lijado o del cepillado, las piezas deberán desengrasarse a fin de eliminar todo rastro de suciedad residual. Las piezas muy sucias también deberán desengrasarse antes del tratamiento mecánico para evitar que las partículas de granalla o abrasivo se limiten a extender la suciedad. En la práctica, es muy sencillo usar los métodos de pretratamiento mecánico y generalmente también proporcionan una fuerza de unión apropiada.

Si han de unirse plásticos o piezas de caucho, primero deberá eliminarse la capa superficial o capa de vulcanización por medios mecánicos. En plásticos, los abrasivos como el óxido de aluminio o el hierro colado fundido han demostrado ser efectivos. Las superficies de caucho deben limpiarse para eliminar los agentes desmoldeantes, ya sea con disolventes o por lijado.

### **Decapado**

Para decapar superficies se utilizan productos químicos relativamente agresivos. En función del sustrato, se utilizan productos muy ácidos o alcalinos. El decapado comporta un cambio de la superficie del sustrato porque se añaden grupos reactivos y pueden formarse cavidades de tipo radicular que dan lugar al enclavamiento mecánico del adhesivo. Los efectos de este tratamiento varían en función del sustrato. Su uso industrial es limitado, porque resulta cada vez más caro realizar la manipulación y el vertido de las soluciones decapantes.

### **Pretratamiento de ionización de la superficie**

El pretratamiento de ionización de la superficie cambia la polaridad de las superficies y su energía, igual que hace el pretratamiento químico de mojado. En función del material, de la geometría de la pieza de trabajo, de la secuencia de producción y del número de piezas, se utilizan los procesos mencionados en la tabla siguiente.

## Imprimaciones

Normalmente, una imprimación es una especie química reactiva dispersa en un disolvente. Esta solución se pulveriza o se aplica con brocha sobre la superficie del sustrato. Después de evaporarse el disolvente portador, la especie activa permanece. En función del tipo de imprimación, la superficie puede quedar inmediatamente lista para la unión, como es el caso de las imprimaciones de poliolefinas para cianoacrilatos. Las imprimaciones superficiales mejoran generalmente la capacidad de unión del sustrato, actuando como puente químico entre éste y el adhesivo. Normalmente, la especie reactiva de la imprimación será multifuncional, existiendo un conjunto de grupos reactivos que reaccionarán preferentemente con la superficie y otros grupos que tendrán una gran afinidad con el adhesivo.

Sustrato	Métodos de pretratamiento					
	Desengrase	Abrasión mecánica	Decapado	Imprimaciones (según el adhesivo)	Corona	Plasma de baja presión
Metales	xxx	xxx	x	x		x
Vidrio	xxx	x	x	x	x	x
Cerámica	xxx		x	x	x	x
Plástico	xxx	xxx	x	x	xxx	xxx
Caucho	xxx	x		x	x	x
Madera	x	xxx		x		x

xxx = método preferido

x = método alternativo o adicional

## Ensayo de mojabilidad

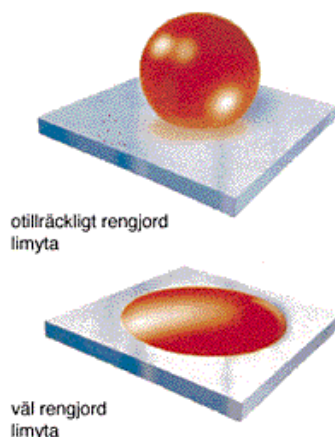
Los preparados superficiales pueden evaluarse con el «ensayo de rotura de gotas de agua». Se aplican varias gotas de agua pura a las superficies limpiadas. En una superficie que no esté bien limpia, la gota conservará en gran medida su forma esférica y será preciso volver a limpiar la superficie. Si el agua corre sobre la superficie tratada, el mojado es satisfactorio y la cara de unión está suficientemente limpia.

Este método no es apropiado para revestimientos anódicos sobre aluminio o magnesio.

La ventaja del ensayo de rotura de gotas es la fácil disponibilidad del «líquido de ensayo»: el agua. Sin embargo, esta ventaja es limitada porque la variación de la dureza del agua afecta a la tensión superficial. En algunos casos, ni siquiera el agua destilada produce resultados fiables en este ensayo. Por tanto, en aplicaciones críticas, se recomienda utilizar líquidos de tensión superficial definida. Nótese que el ensayo sólo abarca la mojabilidad y no la capacidad de unión adhesiva.

[

*Fig. 22: La preparación superficial puede comprobarse con el ensayo de «rotura de gotas de agua» o con fluidos de tensión superficial definida.*





## Los mecanismos de curado de los adhesivos Loctite

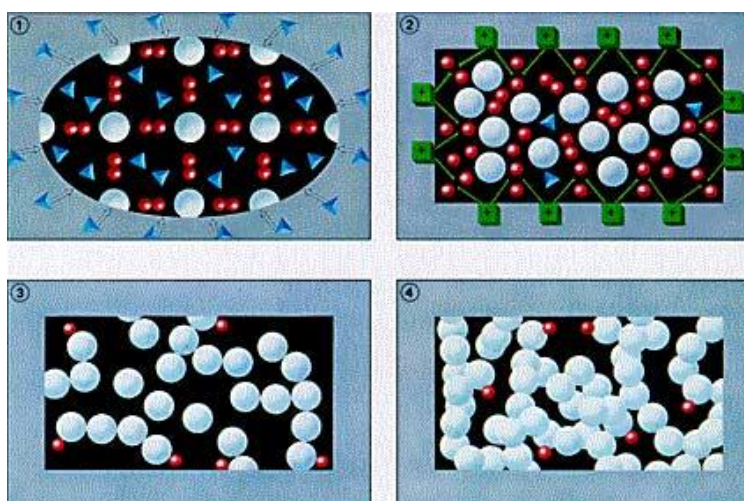
La mayoría de los adhesivos Loctite son polímeros reactivos. Pasan de estado líquido a sólido a través de diversas reacciones químicas de polimerización. La compañía ha desarrollado numerosos adhesivos con propiedades especiales de curado adecuadas para situaciones especiales. Es posible clasificar los adhesivos en los siguientes grupos, según sus propiedades de curado:

- reacción anaeróbica
- exposición a la luz ultravioleta (UV) (también como opción de curado secundario)
- reacción aniónica (cianoacrilatos)
- sistema de activación (acrílicos modificados)
- curado por humedad (siliconas, poliuretanos)
- curado térmico (epoxis)

### Adhesivos curados por reacción anaeróbica

Los adhesivos anaeróbicos son materiales de un solo componente que curan a temperatura ambiente, cuando se les priva de contacto con el oxígeno. El componente de curado del líquido permanece inactivo mientras está en contacto con el oxígeno atmosférico. Si al adhesivo se le priva de oxígeno atmosférico, p.ej. al acoplar las piezas, el curado se produce rápidamente, especialmente entre piezas metálicas. Puede imaginarse el curado de la manera siguiente: cuando se excluye el oxígeno atmosférico, se forman radicales libres bajo el efecto de los iones metálicos (Cu, Fe) que inician el proceso de polimerización (ver figura 2).

El efecto capilar del adhesivo líquido lo lleva incluso al interior de los huecos más pequeños para llenar la junta. El adhesivo curado queda entonces «fijado» a la rugosidad superficial de las piezas. Esto mantiene unidas las piezas cilíndricas. El proceso de curado también viene estimulado por el contacto entre las superficies del adhesivo y del metal, que funciona como catalizador (ver figura 3). Los materiales pasivos sólo tienen, si es que tienen alguno, un ligero efecto catalizador, que requiere el uso de activadores para lograr un curado rápido y completo. En este caso, el activador líquido se aplica a uno o ambos lados de la unión antes de aplicar el adhesivo. De esta forma, no se mezclan componentes ni se ve afectada su vida útil.



]

Fig. 2: Proceso de curado de los adhesivos que curan por reacción anaeróbica: en estado líquido (1) el adhesivo se mantiene estable mediante el

*suministro constante de oxígeno. Cuando el adhesivo se ocluye en la holgura de la junta y queda separado del suministro de oxígeno (2), los peróxidos se convierten en radicales libres por reacción con los iones metálicos. Los radicales libres inician entonces la formación de cadenas poliméricas (3). El estado curado (4) muestra una estructura sólida con cadenas poliméricas «reticuladas».*

Los adhesivos anaeróbicos tienen en general las siguientes características:

- muy alta resistencia a cizalla
- buena resistencia a la temperatura (de  $-55^{\circ}\text{C}$  a un máximo de  $+230^{\circ}\text{C}$ )
- curado rápido
- fáciles de dosificar con dosificadores automáticos, al ser monocomponentes
- no es necesario el microacabado de las piezas, entre 8 y  $40\text{ }\mu\text{m}$  es aceptable
- efecto sellador simultáneo con una excelente resistencia química
- buena resistencia a la vibración
- buena resistencia a las cargas dinámicas

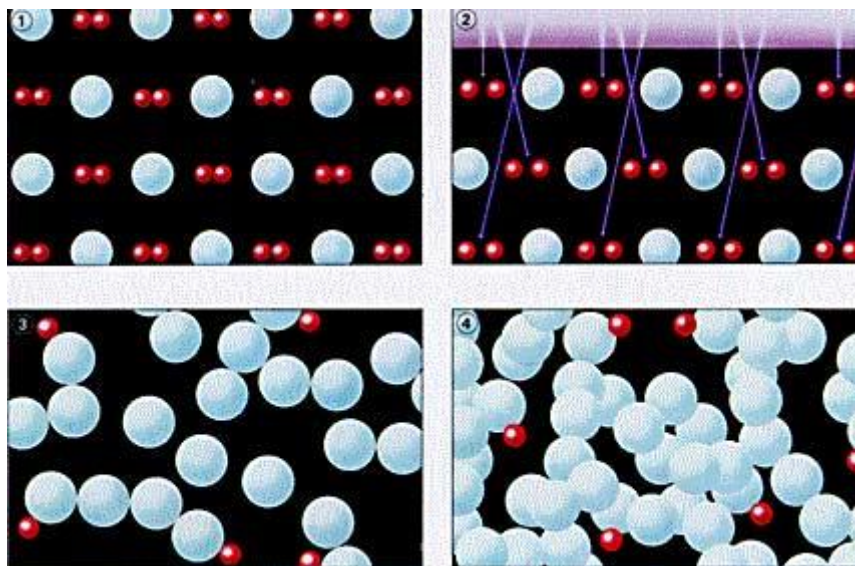
### **Adhesivos curados por luz ultravioleta (UV)**

El tiempo de curado de estos adhesivos depende de la intensidad y de la longitud de onda de la luz UV. Por este motivo, la polimerización iniciada por luz UV siempre requiere una coordinación exacta entre el producto y la fuente de radiación UV. La radiación UV disocia los fotoiniciadores. Los radicales libres así formados inician a su vez la polimerización (ver figura 8). Los sistemas de curado por UV de Loctite emiten un espectro de radiación ideal para las propiedades de curado de los productos Loctite.

Las necesidades del proceso de curado por UV suelen dividirse en tres tipos:

- curado en profundidad por radiación UV
- curado superficial por radiación UV
- sistemas de curado secundario

[27]



*Fig. 8: Proceso de curado de los adhesivos que curan por luz UV: en estado líquido (1), los monómeros y los fotoiniciadores coexisten sin reaccionar entre sí. Cuando se los expone a la luz UV (2), los fotoiniciadores se convierten en radicales libres. Los radicales libres inician la formación de cadenas oligómeras (3). Cadenas poliméricas reticuladas en estado curado (4).*

### Curado en profundidad

Los sistemas ultravioleta que emiten luz de alta intensidad en la banda de longitudes de onda de 300 a 400 nm (longitudes de onda UV más largas, rayos UVA) son mejores para conseguir una mayor profundidad de curado (ver figura 10).

### Curado superficial

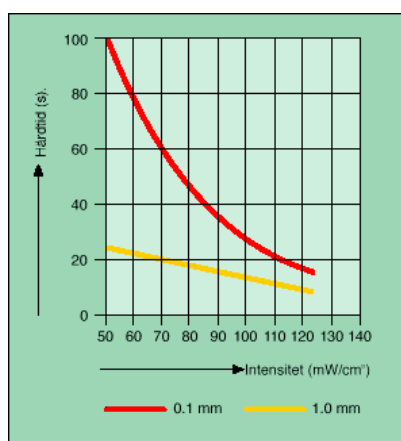
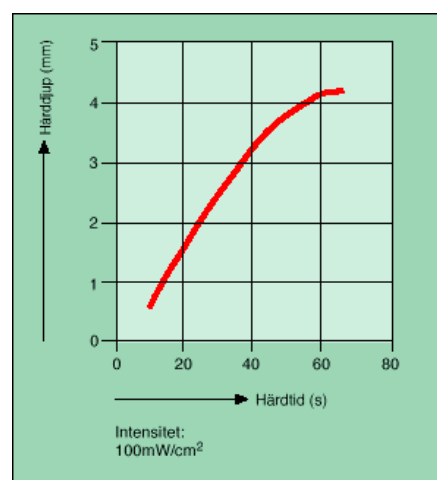
El curado superficial es especialmente importante cuando se rellena o se une con adhesivos UV. Si se utilizan sistemas de lámparas UV inadecuados, la superficie puede quedar pegajosa. Para evitarlo, la fuente de radiación UV debe producir una alta intensidad en la banda de longitudes de ondas por debajo de los 280 nm (rayos UVC). Esto es efectivo para evitar la reacción no deseable de la superficie del adhesivo con el oxígeno atmosférico, que inhibiría el curado del producto en la superficie (ver figura 11). Los espectros de radiación de los sistemas de luz ultravioleta de «alta energía» de Loctite garantizan un curado fiable sin dejar una superficie pegajosa.

### Curado por mecanismos secundarios

En numerosas aplicaciones, la luz UV no llega a todas las zonas mojadas por el adhesivo. Por tanto, Loctite ha desarrollado adhesivos con sistemas secundarios de curado para las zonas no expuestas a la luz UV:

- curado anaeróbico
- calor
- humedad ambiental
- activadores

Fig. 10 : Comportamiento de curado típico de los productos UV durante el curado en profundidad



*Fig. 11 : Comportamiento de curado típico de los productos UV durante el curado superficial.*

[29]

Adhesivo	Longitud de onda óptima para el curado superficial	Longitud de onda óptima para el curado profundo		Mecanismo de curado secundario					
		luz-UVA	luz visible	anaeróbico	calor	humedad ambiental	activador		
							7471	7649	javasc ript:op enPwi n('p35 07380. htm')7 380
322	x	x							
366	x	x		x	x		x	x	
394 A/B	x	x							
661	x	x		x	x		x	x	
3016	x	x			x				
3491	x	x							
3103	x		x						
3106	x		x						
3608	x	x			x				
3920	x	x							x
javascript:op enPwin('p31 85088.htm') 5088	x	x				x			
5091	x	x				x			
5293	x	x				x			
5960	x	x							

Tal como se ha explicado anteriormente, el curado del adhesivo UV depende de que la intensidad y la longitud de onda sean correctas en la línea de unión. Por tanto, la transparencia de los diferentes sustratos a la luz UV (ver figura 12) es un importante criterio de selección del adhesivo más adecuado. Para unir piezas de PC (policarbonato), PVC (policloruro de vinilo) o materiales similares, se han diseñado «adhesivos de curado a la luz visible». Estos adhesivos pueden curar con luz UV, pero su curado es mucho mejor cuando se les expone a luz de alta intensidad, alrededor de 420 nm (luz visible).

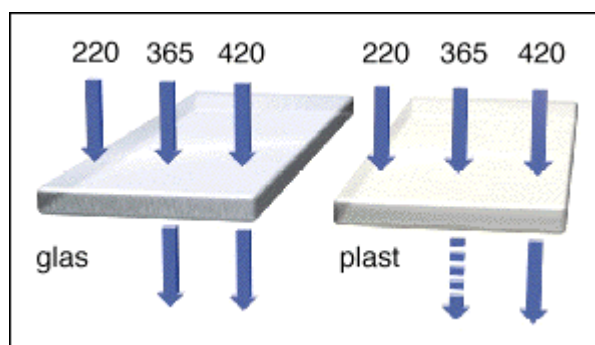


Fig. 12: Transparencia del vidrio y de los plásticos a la luz UV.

Los adhesivos curados por luz UV tienen, en general, las siguientes características:

- gran resistencia
- gran capacidad de relleno de holguras
- resistencia a la manipulación después de tiempos de curado muy reducidos
- buena o muy buena resistencia medioambiental
- buena capacidad de dosificación con sistemas de aplicación automática, al ser adhesivos monocomponentes

### Adhesivos curados por reacción aniónica (cianoacrilatos)

Los adhesivos de cianoacrilato monocomponentes polimerizan al contacto con superficies ligeramente alcalinas. En general, la humedad ambiental existente en el aire y sobre la superficie de unión es suficiente para iniciar el curado en pocos segundos. La humedad sobre la superficie de unión neutraliza el estabilizante que contiene el adhesivo. Por tanto, la polimerización tiene lugar de superficie a superficie. A fin de conseguir el curado más rápido posible para alcanzar la resistencia a la manipulación, es aconsejable que la unión se realice en condiciones de «holgura cero». Los mejores resultados se logran cuando la humedad relativa del entorno de trabajo está entre un 40% y un 60% a temperatura ambiente. Cuanto más baja la humedad, más lento el curado; cuanto más alta aquélla, más se acelera éste, pero puede perjudicarse la resistencia final de la unión (ver figura 13).

Aplicaciones típicas de los selladores y adhesivos que curan por luz UV:

Unir vidrio con vidrio o con metal	<a href="#">3491</a>
Unir plásticos transparentes	<a href="#">322</a> , <a href="#">3103</a> , <a href="#">3106</a>
Sellar componentes electrónicos (p.ej. relés)	<a href="#">3016</a>
Unir componentes electrónicos a placas de circuitos impresos	<a href="#">3608</a>
Revestimientos de placas de circuitos impresos (PCI's electrónicas)	<a href="#">394</a> , <a href="#">5293</a>
Sellar/unir en aplicaciones a altas temperaturas	<a href="#">javascript:openPwin('p3185088.htm')5088</a> , <a href="#">5091</a>
Retener piezas metálicas y <u>curar</u> el exceso de <u>adhesivo</u> por UV para una fijación rápida	<a href="#">661</a>
Unir piezas plásticas y metálicas y <u>curar</u> el exceso de <u>adhesivo</u> por luz UV para una fijación rápida	<a href="#">366</a> , <a href="#">3920</a>

En general, el aire seco no perjudica la resistencia de la unión. Sin embargo, los tiempos de curado prolongados retrasan la producción. Con la ayuda de un sistema de tratamiento del aire, pueden mantenerse unos niveles constantes y favorables de humedad en el lugar de trabajo. Las superficies ácidas (con valores de pH <7) pueden retrasar e incluso impedir el curado, mientras que las superficies alcalinas (con valores de pH >7) lo aceleran (ver figura 14).

Después de aplicar el adhesivo, las piezas han de unirse rápidamente, ya que la polimerización comienza en pocos segundos. El tiempo de apertura depende de la humedad relativa, de la humedad de las superficies de unión y de la temperatura ambiente. Debido a su rapidísimo curado, los adhesivos de cianoacrilato son especialmente adecuados para unir piezas pequeñas.

Los adhesivos de cianoacrilato deben aplicarse con moderación sólo a una superficie. Para lograr la mejor unión sólo debe aplicarse el adhesivo suficiente para llenar la holgura de la unión.

Tal como se ha explicado antes, la rapidez de curado depende de la humedad de la superficie de unión. Para acelerar el curado o para que sea independiente de la humedad ambiente, pueden utilizarse activadores. También pueden utilizarse activadores para curar en segundos el exceso de adhesivo o una gota de adhesivo expuesta (p.ej. para fijar alambre).

Activadores para cianoacrilatos:

Activador	Disolvente	Velocidad de curado
<u>7113</u>	heptano	moderada
<u>7452</u>	acetone	rápida
<u>712</u>	isopropanol	muy rápida

Los adhesivos de cianoacrilato tienen en general las siguientes características:

- muy alta resistencia al cizallamiento y a la tracción
- muy alta velocidad de curado (fijación en segundos)
- pueden unir casi todos los materiales
- buena resistencia al envejecimiento

Aplicaciones típicas de los adhesivos de cianoacrilato:

Uniones adhesivas en general, especialmente con sustratos porosos y superficies ligeramente ácidas	<u>401</u>
Uniones adhesivas en general, especialmente con plásticos de difícil <u>unión</u> , fijación muy rápida	<a href="#">java script:openPwin('p252406.htm')406</a>
Uniones adhesivas en general, mayor <u>viscosidad</u> para un mejor relleno de holgura	<u>411</u>
Uniones adhesivas en general, especialmente con sustratos porosos, excelente relleno de hogura, <u>viscosidad</u> de tipo <u>gel</u>	<u>454</u>
Uniones adhesivas en general, escaso desprendimiento de gases, olor reducido, se usan cuando el aspecto óptico es una prioridad importante	<u>460</u>
Unir materiales diferentes, cianoacrilato de flexibilidad máxima, habitualmente utilizado para <u>unir</u>	<u>480</u>

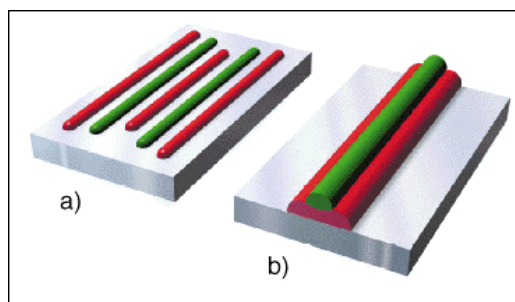
metal con plástico	
Unir metal con metal u otros materiales	496
Unir varios sustratos, estabilidad óptima al envejecimiento térmico y a la temperatura	4210

[33]

### Adhesivos curados mediante activadores (acrílicos modificados)

Estos adhesivos curan a temperatura ambiente cuando se usan con activadores. Según el adhesivo, éste y el activador pueden aplicarse por separado a las superficies de unión o combinarse previamente en una mezcladora estática antes de su aplicación. Existen adhesivos que se utilizan con un activador de escasa viscosidad. Estos adhesivos nunca se mezclan previamente. El adhesivo y el activador siempre se aplican por separado a las superficies de unión. El adhesivo comienza a curar al unirse las dos piezas.

Para eliminar el activador líquido, también existen adhesivos acrílicos cuyo activador tiene la misma consistencia que el adhesivo. Son sistemas bicomponentes en los que al adhesivo y el activador se aplican por separado, cordón junto a cordón o cordón sobre cordón. Cuando se montan las piezas a unir, el adhesivo se mezcla por el movimiento de unión. Si el adhesivo mezclado tiene una vida útil de 5 minutos o más, también puede utilizarse con una mezcladora estática. Esto tiene la ventaja de que se dosifica adhesivo ya mezclado y la mezcla no depende del movimiento de unión de las piezas.



*Fig. 15: Según cual sea el requisito de aplicación, puede elegirse el método a) o b). En cualquier caso, las partes A y B del adhesivo han de aplicarse de manera que se mezclen durante la unión.*

Los adhesivos acrílicos modificados tienen en general las siguientes características:

- muy alta resistencia al cizallamiento y a la tracción
- buena resistencia al impacto
- amplia gama de temperaturas útiles ( $-55^{\circ}\text{C}$  a  $+120^{\circ}\text{C}$ )
- pueden unir casi todos los materiales
- buena capacidad de relleno de holgura (especialmente acrílicos premezclados)
- buena resistencia ambiental

Aplicaciones típicas de los adhesivos acrílicos modificados:

Aplicaciones habituales	Producto	Mecanismo de curado
Unión adhesiva de altavoces	3292 A/B	2 partes
Unión adhesiva de imanes	3273 A/B	2 partes
Unión adhesiva de imanes	3920	activador 7380 ó 7387, además de la luz UV
Uniones adhesivas estructurales	330	activador 7380 ó <a href="javascript:openPwin('p3517387.htm')7387">javascript:openPwin('p3517387.htm')7387</a>



### Adhesivos curados por la humedad ambiental

Estos adhesivos/selladores polimerizan (en la mayoría de los casos) por una reacción de condensación que supone una reacción con la humedad ambiente.

En esta categoría se encuentran dos tipos generales de productos químicos:

#### Siliconas:

Estos materiales vulcanizan a temperatura ambiente (VTA) al reaccionar con la humedad ambiental. En comparación con la reacción aniónica de los cianoacrilatos, donde la humedad neutraliza al estabilizante, las siliconas utilizan la molécula de agua como base de su entrecruzamiento. Esto significa que la humedad ha de migrar al interior de la silicona hasta el lugar donde se produce la vulcanización. Una vez integrada la molécula de agua en el enlace entre las moléculas de silicona, se libera un subproducto. Según cuál sea la química del curado, el subproducto liberado puede ser ácido (p.ej. ácido acético), básico (p.ej. aminas) o neutro (p.ej. oximas o alcohol).

La velocidad de curado de estos adhesivos depende principalmente de la humedad relativa.

Debido a la naturaleza del mecanismo de curado, las siliconas vulcanizan desde el exterior hacia el interior de la línea de unión. Debido a la necesaria migración de la humedad al punto de enlace, la profundidad de curado se limita a 10–15 mm.

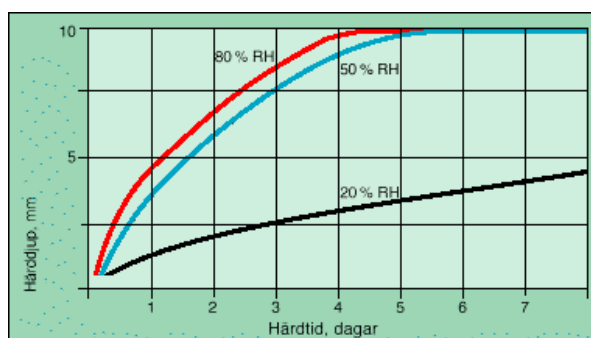


Fig. 16: Velocidad de curado en función de la humedad relativa.

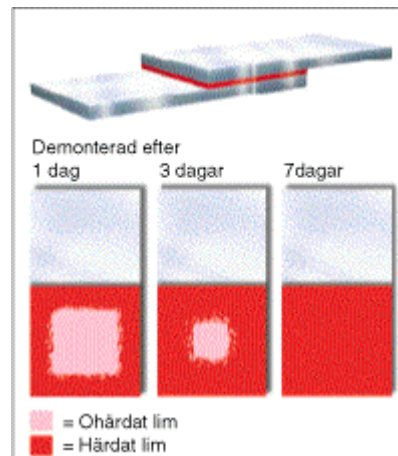
Los elastómeros de silicona (o siliconas curadas) tienen en general las siguientes características:

- excelente resistencia térmica (más de 230°C)
- flexible, tenaz, alta capacidad de alargamiento
- módulo de bajo a medio
- selladores eficaces para diversos tipos de fluidos
- excelente relleno de holgura



*Fig. 17: Unión típica, realizada con una silicona.*

Aplicaciones típicas para las



Aplicación	Producto	Mecanismo de curado adicional
Formación de juntas y sellado en la industria de automoción	<a href="#">5900</a> , <a href="#">5910</a> , <a href="#">5699</a> , <a href="#">5999</a>	-
Sellado en aplicaciones a altas temperaturas	<a href="#">5920</a>	-
Sellado y <u>unión</u> adhesiva (especialmente piezas pequeñas)	<a href="#">javascript:openPwin('p3185088.htm')5088</a> , <a href="#">5091</a>	curado por luz UV
Sellado y encapsulado (subproducto neutro)	<a href="#">5140</a>	-
Revestimiento de placas de circuitos impresos	<a href="#">5293</a>	curado por luz UV

[36]

### Poliuretanos:

Los poliuretanos se forman por un mecanismo en el que el agua reacciona (en la mayoría de los casos) con un aditivo formulado que contiene grupos isocianato. Al igual que en el caso de las siliconas, la molécula de agua ha de migrar al interior del adhesivo, donde se produce el enlace. Su comportamiento de curado es por ello el mismo que el de las siliconas, pero sin liberar subproductos al medio ambiente. La velocidad de curado también depende de la humedad relativa, al igual que en el caso de la silicona.

Los poliuretanos tienen en general las siguientes características:

- excelente tenacidad
- flexibilidad, alta capacidad de alargamiento
- excelente relleno de holgura
- puede pintarse una vez curado
- excelente resistencia química

Para conseguir la mejor y más duradera adhesión, se recomienda el uso de productos apropiados de limpieza e imprimación (promotores de la adhesión). Se utilizan diferentes imprimaciones en función de los sustratos.

### Adhesivos curados por calor

Los adhesivos que curan por calor son principalmente monocomponentes. Los epoxis de curado térmico son ejemplos típicos. Constan principalmente de resina y endurecedor. La temperatura de curado depende del endurecedor. La temperatura de curado mínima habitual es de 100°C.

El tiempo de curado está relacionado con la temperatura de curado: cuanto más alta sea ésta, menor será aquél. Normalmente, es necesaria una temperatura mínima para activar el endurecedor e iniciar la polimerización.

Aplicaciones típicas de los poliuretanos:

Aplicación	Producto	Imprimaciones	Limpiadores
Uniones adhesivas	<u>3951</u>	<u>7251</u> , <u>7252</u> , <u>7253</u>	<u>7211</u>
Sellado	<u>5221</u>	<u>7251</u> , <u>7252</u> , <u>7253</u>	<u>7211</u>

[37]

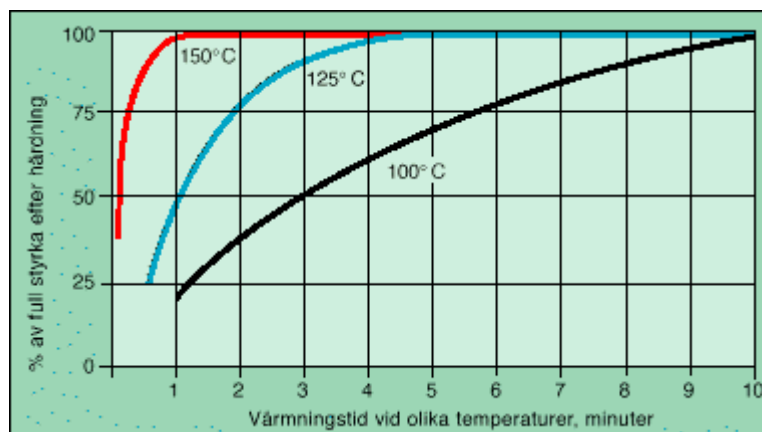


Fig. 18:

*Tiempo de curado en función de la temperatura.*

Aparte de los adhesivos de curado térmico puro, existen también otros adhesivos que utilizan el curado por calor como mecanismo de curado adicional. Los adhesivos anaeróbicos suelen tener un mecanismo de curado térmico adicional, que comienza a los 120°C.

Los adhesivos de curado por calor abarcan una amplia gama de propiedades y dependen en gran manera de la base química (p.ej. epoxis, metacrilato).

Los típicos epoxis de curado térmico suelen tener las siguientes características:

- resistencia entre media y alta
- buena adhesión a diversos sustratos
- buena capacidad de relleno de holgura
- resistencia al ambiente buena o muy buena

Aplicaciones típicas:

Aplicación	Producto	Mecanismo de curado
Unión de chips (electrónica)	<u>3609</u> , <u>3611</u> , <u>3612</u>	curado térmico puro
Sellado de relés	<u>3016</u>	curado térmico y por UV
Impregnación	<u>Resinol 90C</u>	curado térmico puro
Fijación de roscas, Sellado de roscas, Formación de juntas, Retención	todos los adhesivos y selladores anaeróbicos	térmico/anaeróbico
Uniones adhesivas	<u>366</u>	curado térmico/anaeróbico/por UV

[38]

## Localización de problemas en uniones adhesivas

Hay muchos elementos que aseguran el éxito de las aplicaciones de la unión adhesiva. Loctite Corporation ofrece asistencia técnica completa para resolver cualquier problema que pueda surgir. Simplificando, la mayoría de los problemas de los adhesivos pueden clasificarse en las siguientes categorías.

- No hay curado/solidificación  
¿Solidificó el líquido como se esperaba o algún factor impidió o detuvo el proceso?
- No hay adhesivo  
Aunque parezca una simpleza, los mejores técnicos verificarán si efectivamente hay adhesivo en el lugar deseado.
- No hay adhesión  
¿Existe un contaminante superficial o una irregularidad que afecte a la adhesión?
- No hay rendimiento  
Después de comprobar que los otros factores y el proceso mismo son aceptables, ¿se ha especificado el adhesivo apropiado (y sus correspondientes prestaciones)?

## Desmontaje de las uniones adhesivas

La mayoría de las uniones pueden desmontarse utilizando los métodos habituales de «arrancar tirando» o «sacar empujando». En uniones de gran resistencia, se calientan las piezas a 300°C ó 400°C antes de desmontarlas. El residuo del adhesivo puede eliminarse por medios mecánicos. Antes de volver a unir las, deben limpiarse las superficies de unión.

## Envejecimiento de las uniones adhesivas

El efecto del envejecimiento a largo plazo sólo puede predecirse considerando atentamente las muchas variables interactivas, incluyendo los parámetros de diseño. Loctite puede prestar esta ayuda en aplicaciones específicas. Las curvas de envejecimiento térmico vienen representadas en las hojas de datos técnicos. En ellas se han ensayado todos los adhesivos bajo los factores de influencia constante que son el calor y el tiempo. Sólo pueden realizarse informes más detallados sobre el comportamiento de los adhesivos tras su envejecimiento en aplicaciones especiales, por medio de experimentos con los materiales originales y simulando las condiciones de trabajo reales.

## Evaluación de fallos en la unión adhesiva

Algunos criterios importantes del fallo de una unión adhesiva pueden determinarse por evaluación visual de las piezas unidas. Así, puede ser posible determinar si ha sido un fallo de adhesión o de cohesión el que ha provocado el fallo de la unión, o incluso si las piezas unidas han sido destruidas.

- Fallo de adhesión – El adhesivo puede separarse por completo de la cara de un sustrato.
- Fallo de cohesión – Se rompe el propio adhesivo. Se encontrarán restos del adhesivo en ambos sustratos.

## Evaluación y métodos de mejora:

La apariencia externa de un fallo de una unión sólo nos dice dónde está el punto débil de la unión, no lo que causó el fallo. Para corregir el problema, es esencial hallar las causas del fallo.

Tipo de fallo	Métodos para aumentar la resistencia
Fallo de <u>adhesión</u>	<p>Obviamente, el punto débil de la <u>unión</u> es la capa límite entre la pieza unida y el <u>adhesivo</u>.</p> <p>O bien el material es inadecuado para la <u>unión</u> o la superficie de <u>unión</u> estaba contaminada.</p> <p>En ambos casos, puede aumentarse la resistencia con un pretratamiento adecuado de la superficie.</p>
Fallo de <u>cohesión</u>	<p>El <u>adhesivo</u> se somete a un esfuerzo excesivo por una acción externa (p.ej. puntas de tensión, temperatura, envejecimiento, etc.).</p> <p>Solución: diseñar cambios en la geometría de la <u>unión</u> y/o un <u>adhesivo</u> de un tipo adecuado para la aplicación.</p>

[47]

### Causas y remedios para fallos de la unión adhesiva:

Posibles causas	Soluciones
Sustratos defectuosos	Comprobar tolerancias, holguras y materiales, y supervisar más atentamente.
Sustratos contaminados	Comprobar la idoneidad del pretratamiento y modificar en consecuencia (p.ej. agentes de limpieza, procesos de limpieza, almacenaje intermedio posterior, etc.).
Ejecución de la <u>unión</u> defectuosa o incorrecta	Comprobar todos los parámetros del proceso, la ejecución de la <u>unión</u> , optimizar el tipo y la duración de la fijación, comprobar si se han cumplido todas las condiciones de curado en estado fijado.
Curado insuficiente del <u>adhesivo</u>	Comprobar las condiciones previas de curado (p. ej. holgura, estanqueidad al aire, temperatura, humedad, etc.). Observar los tiempos de curado de acuerdo con la hoja de datos. Comprobar si se ha sobrepasado la <u>vida útil</u> del <u>adhesivo</u> .
Exceso de tensión mecánica o tensión desfavorable (pelado)	Agrandar la superficie de <u>unión</u> y/o modificar la geometría de aplicación de fuerzas de la junta. Comprobar la idoneidad del <u>adhesivo</u> para el tipo de esfuerzo (tracción, cizallamiento, etc.).
Exceso de tensión térmica	Seleccionar el <u>adhesivo</u> de mayor resistencia a la temperatura.
Corrosión o infiltración y destrucción del revestimiento <u>adhesivo</u> por medios líquidos y gaseosos	Proteger la holgura de la junta en las superficies de contacto con el medio utilizando un revestimiento adecuado o diseñar las piezas a <u>unir</u> de manera que no exista contacto con el medio.

ANEXO 8  
DISEÑO DE COBERTURA  
DEL AVIARIO

## PRESENTACION

El siguiente documento es un resumen del proceso de diseño que se siguió para obtener los moldes finales de cada pieza que constituye la cobertura del Aviario.

Representa horas de trabajo, investigación, visitas a especialistas y trabajo de diseño.

Por su carácter de resumen, no cubre la totalidad de experimentos que se deben hacer en este procedimiento constructivo. Sin embargo, he procurado mantener una secuencia lógica que estoy seguro dará luces para quien piense proyectar, construir o diseñar algún elemento arquitectónico textil de características similares.

El método que entrego, es en la actualidad un método válido para obtener los moldes tridimensionales de este tipo de estructuras, hasta hace poco sino el único; hoy un tanto desplazado por el CAD o el CATIA (en su versión más innovadora) que entregan plantillas mucho más precisas y con un ínfimo margen de error. Error que se salva en este caso construyendo maquetas a escalas representativas para el nivel de precisión que se desee obtener.

La posibilidad de emplear el CATIA se truncó por los costes de embalaje y envío por avión de maquetas y la del CAD por lo complicado de la forma que hacía muy difícil su manipuleo en el ordenador aun los modelos P-IV. Motivo este que decidió el empleo del método que describo.

Quiero recalcar mi agradecimiento al Arq° Jorge Olarte por su paciente dirección en la elaboración de la cobertura de mi Aviario, al Arq° Eduardo Linares y al Arq° Jimenez del Río; todos profesores de la Facultad de Arquitectura de la UPC. Asimismo al Ing° Holguer Canales de la Facultad de Ingeniería Civil por sus críticas al diseño estructural que planteé para sostener la cobertura en mención.

A todos ellos y a mi Facultad, muchas gracias.

## OBTENCION DE MOLDES TRIDIMENSIONALES

Se entiende por moldes tridimensionales a aquellas piezas que por cuestiones de diseño asumen deformaciones en sus tres dimensiones de manera permanente.

### PROCEDIMIENTO GENERAL

Para el caso del Aviario, cada tramo de cobertura, sobre todo de la parte posterior, tiene curvaturas de hasta 2 grados(doble curvatura). Para obtener un molde idéntico a escala, se procede a descomponer el objeto en una serie de figuras planas, es como obtener un diferencial de área que llevado a límites establecidos resultará en una figura plana, si el límite se fija en cero, resultará en un punto.

Con estas piezas, es posible reconstruir el mismo elemento con sus características originales. Como si se tratase de la cascara de media naranja que, aplastada se divide en varias figuras planas, las mismas que ordenadas adecuadamente reconstruyen la forma original.

### DESCRIPCION DEL METODO

Son 4 etapas las que comprende este método:

- I.- Armado del molde.
- II.- Preparación de la cobertura.
- III.- Diseño de figuras planas.
- IV.- Corte y vectorización.

#### I.- ARMADO DEL MOLDE:

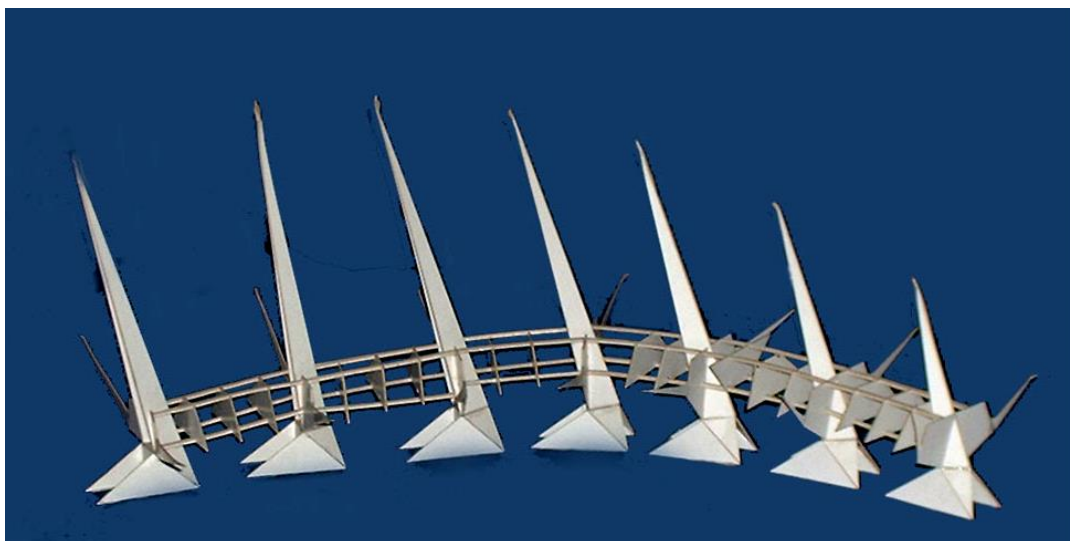
En esta etapa es necesario contar con una maqueta de trabajo que resuma las características formales de nuestro proyecto. Para esto debemos seguir dos pasos:

- 1° Fijar cotas del elemento arquitectónico
- 2° Fijar bordes de nuestra estructura.

#### **Fijación de cotas:**

En este paso vamos a obtener un mapa tridimensional de todos los vértices que existen en el proyecto. Para el caso de nuestro Aviario, estos resultaron ser las puntas de los mástiles(parantes) y los extremos de las catenarias de borde, como estos se asumen empotrados en el terreno se asume que su cota es cero.

La altura de cada parante y su posición respecto del plano de base nos dan la posición de cada punta en el espacio.



### Fijación de bordes:

En este paso vamos a fijar de manera permanente los bordes de arriostre de la estructura, es decir los bordes donde se ancla la cobertura. Para nuestro caso, estos son la catenaria principal frontal, los b Vista de la maqueta de estudio que se elaboró en mi taller. Sirvió no solo para darnos una idea de la estructura del aviario sino para fijar las alturas de cada mástil así como su posición en el espacio. El carácter oseo de la maqueta nos informa de los estudios hechos a estructuras de fósiles y esqueletos de nacados. Ver fotografías mas adelante



En esta vista se observa el molde madera sobre la base rígida que la aloja. Cada punta del parante se ha construido en madera respetando las alturas y posición en el plano. De la misma manera, se observa la catenaria principal que sigue la huella marcada por las puntas laterales que la foto anterior nos muestra. También vemos el anillo rígido delantero que conecta con el delfinario.

*Diseño estructural: Gustavo Suárez-Maqueta: Víctor Lazo -Fotografía: Gustavo Suárez..*

Otra vista de la maqueta de estudio. Se pueden observar las puntas laterales que fijan en el espacio el extremo medio de cada bandeja, así como la huella de la catenaria principal en el lado opuesto.

*Diseño estructural: Gustavo Suárez-Maqueta: Gustavo Suárez, Isaac Millán-Fotografía: Luis Contreras.*

Es importante que el anteproyecto este lo mas definido posible para evitar remover el molde. Dado que este debe tener una buena rigidez para que no se deforme ante el efecto de la tensión que luego ejercerá la lona templada sobre cada borde y vértice de la estructura.



Si la maqueta es hecha en madera sería mejor. Del mismo modo la base de la maqueta deberá ser lo más rígida posible para que no se doble.

## II.- PREPARACION DE LA COBERTURA:

En esta etapa nos ocuparemos de preparar la cobertura y la capa de yeso que la cubrirá para posteriormente secarse y pueda ser retirada con las formas que deseamos.

Asimismo podremos ver ya el modelo terminado de lo que será finalmente nuestra cobertura.

Para esto debemos seguir los siguientes pasos:

- 1° Preparación del yeso
- 2° Preparación de la lona
- 3° Recubrimiento con yeso.

### **Preparación del yeso:**

El yeso debe ser del tipo quirúrgico, el del tipo constructivo es muy grumoso y de fragua lenta. Su preparación es similar a la seguida por los médicos, se debe preparar en un balde pequeño, con un poco de agua amasando bien buscando desaparecer los grumos aplicándose inmediatamente ya que su fragua es rápida.

Por lo general, se le prepara después de tensar la lona y al momento que se embebe papel servilleta para aplicarse encima de la lona por capas no mayor a 2mm de espesor.

### **Preparación de la lona:**

La preparación de la lona consiste en cortar un pedazo adecuado de media de nylon, lycra u otra que se deforme en tres direcciones sin causar arrugas notorias en la superficie del modelo terminado.

Esta es fijada a los bordes de la maqueta-estructura por medio de chinchas y es templada hasta el extremo opuesto, pasando por los parantes que la deforman según nuestro modelo y diseño. Una vez que alcanza el borde opuesto de anclaje se le asegura con mas chinchas. Del mismo modo se procede con cada borde estructural que reciba contacto con la lona.

Para este paso es bueno trabajar de a dos o tres. Mientras unos fijan la lona templandola firmemente, otros la van fijando con chinchas y revisando la ausencia de arrugas.



Instante en que se cubre el molde de madera con la lona ( en este caso) embebida con yeso. Si bien se cometió el error de no aplicar las servilletas con yeso, el empleo de una buena tela y el uso de yeso quirúrgico cumplieron un buen papel.

Sin embargo, el trabajo resulta menos tedioso para obtener los moldes finales, si se aplican las servilletas empapadas con yeso sobre la superficie templada de la lona, sin exceder los 2 mm de espesor y procurando moldear los más fiel posible a nuestro diseño, cada punta o vértice de la maqueta.

*Diseño estructural: Gustavo Suárez-Maqueta: Víctor Lazo -Fotografía: Gustavo Suárez..*



El molde ya cubierto en su totalidad se asegura con chinchas en donde la madera lo permita. Como se dijo anteriormente, es mucho mejor recubrir la lona (embebida con yeso) con servilletas remojadas en yeso e ir las aplicando como enchapes sobre la superficie sin exceder los 2 mm de espesor.



Vista del modelo terminado. Se puede observar la parte posterior del aviario con sus 8 bandejas-hábitat, las mismas que completan por este lado el borde de la cobertura.

Las puntas que se pueden leer corresponden a los parantes que sostienen la cobertura en la realidad.

### III.- DISEÑO DE FIGURAS PLANAS

En esta etapa, vamos a utilizar nuestra maqueta de trabajo como herramienta de diseño y poder obtener la descomposición de las dobles curvaturas en figuras planas.

Para esto debemos analizar dos aspectos:

1° Análisis de esfuerzos de la estructura textil

2° Análisis geométrico de la estructura textil

Ambas con miras a obtener figuras regulares y de forma típica que puedan ser fácilmente reproducidas a una escala mayor. Mientras tengamos controlado el número de moldes resultantes tanto mejor será para su posterior codificación y manipuleo.

#### **Análisis de esfuerzos:**

En este paso, hacemos un análisis de cargas y esfuerzos a los que va estar sometida nuestra estructura. Es importante realizar esto teniendo en cuenta parámetros de viento, peso, cargas muertas, cargas vivas, centros de gravedad y centros de masa, así como los conocidos por sismo, incendios etc. Esto porque, va a ser necesario adecuar los posibles elementos de refuerzo a la configuración formal de nuestro proyecto.

En el caso de nuestro aviario se determinó con el Ing° civil que sería necesario distribuir el peso de cada bandeja entre su respectiva parte de malla-cobertura y tres puntos de anclaje a cables que irían suspendidos del parante respectivo. Del mismo modo, se hizo notar la necesidad de tirar con otros cables en sentido de la gravedad para evitar levantamientos de la estructura. Al final esto se omitió dada la naturaleza menor de la fuerza de los vientos en nuestro hemisferio contra el peso de cada bandeja-hábitat.



#### **Análisis geométrico:**

- 1 Vista del instante en que dibujan las líneas de fuerzas y geométricas de cada pieza del aviario.

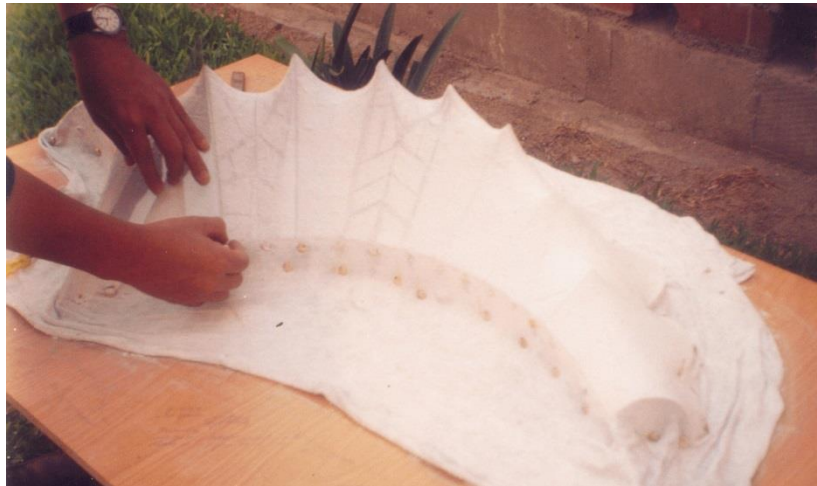
Cada una se alinea con el parante respectivo dando a conocer la esencia misma del diseño del De alguna manera, el hecho de pensar ingenierilmente diseñando hace que la configuración rítmica sea regular y sincopada. Esto es, el ángulo de barrido entre cada eje de bandeja, respecto de su centro de trazo, es el mismo en todo el desarrollo del aviario. De esta manera, el análisis de todo el aviario se resume en el análisis de una sola parte modelo. Análisis que se repite para cada bandeja.

### IV.- CORTE Y VECTORIZACION

En esta última etapa se recurre a la computadora para vectorizar los moldes reales previamente escaneados.

Tenemos 5 pasos a seguir:

- 1° Corte y obtención de los moldes
- 2° Escaneado de moldes
- 3° Vectorización en CAD.
- 4° Determinación de parámetros (radios, longitudes, etc)
- 5° Moldes finales.



#### **Corte y obtención de moldes:**

Con el dibujo de cada pieza en la maqueta y debidamente codificadas, procedemos a cortar con ayuda de una cuchilla cada una de ellas siguiendo el diseño y clasificándolas.

Los cuatro últimos pasos son una secuencia típica de nuestro que hacer en el CAD. Por este motivo las resumo de la siguiente manera:

Las figuras planas obtenidas son escaneadas y guardadas en la computadora. Este archivo se abre posteriormente en Autocad y son escaladas a la misma escala de la maqueta de trabajo.

Una vez escalada, se procede a re-dibujar ciñéndose al detalle de cada curvatura o línea que compone la pieza trabajada.

En estas dos vistas podemos observar el instante en que esta cortando el molde. Se puede observar las piezas dobladas en la foto inferior en la parte inferior izquierda.

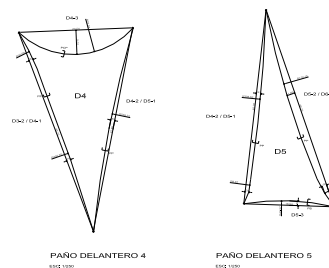
Si bien la tarea es sencilla, no hay que perder el cuidado para obtener piezas sin mucha deformación (por el manipuleo) o truncadas en encuentros







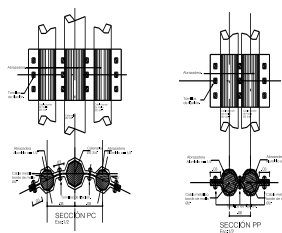
Una vez obtenida la pieza dibujada en Autocad y guardada como archivo DWG, se procede a analizarla por segmentos obteniendo para cada uno sus características de radio, longitud, longitud de curva, ángulos internos y externos, áreas, perímetros.



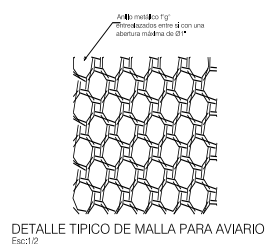
De esta manera ya contamos con los moldes a escala de cada pieza con su respectiva descripción.

### Análisis de Juntas:

Finalmente, se diseñan las juntas entre cada tipo de encuentro. Estos pueden variar entre encuentros paño-paño, paño-cable estructural, cable-anclaje, etc.



Dos ejemplos



Detalle gráfico dela

Dos moldes de mallas obtenidos según el método descrito. Corresponden a la parte posterior de la cobertura del Aviario. Diseño y dibujo: Gustavo Suárez

## GALERIA DE FOTOS

